

FACULDADE DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS – FATECS
CURSO: ENGENHARIA CIVIL

SAMANTHA DA SILVA CHAMORRO
MATRÍCULA: 2121448/7

ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS
IMPERMEABILIZADOS COM MANTA ASFÁLTICA.

Brasília
2016

SAMANTHA DA SILVA CHAMORRO

**ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS
IMPERMEABILIZADOS COM MANTA ASFÁLTICA.**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos
para a conclusão do curso de
Engenharia Civil do UniCEUB – Centro
Universitário de Brasília

Orientadora: Eng.^a Civil, Irene de
Azevedo Lima Joffily, M.Sc.

Brasília
2016

ANÁLISE FÍSICO QUÍMICA DA ÁGUA DE RESERVATÓRIOS IMPERMEABILIZADOS COM MANTA ASFÁLTICA.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como um dos requisitos
para a conclusão do curso de
Engenharia Civil do UniCEUB – Centro
Universitário de Brasília

Orientadora: Eng.^a Civil, Irene de
Azevedo Lima Joffily, M.Sc.

Brasília, 30 de junho de 2016.

Banca Examinadora

Eng.^a.Civil: Irene de Azevedo Lima Joffily, M.Sc.
Orientadora

Eng.^a. Química: Maria José de Souza Serafim, D.Sc.
Examinadora Interna

Eng.^o. Civil: Júlio César Sebastiani Kunzler, M.Sc.
Examinador Interno

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por todas as minhas conquistas, pela proteção e por me guiar sempre pelos melhores caminhos para que eu pudesse concluir essa graduação em Engenharia Civil.

Em seguida agradeço a minha família, meus irmãos Allan e Shara, pelo apoio e motivação de todos os dias, a minha maravilhosa mãe, Rosa Maria, que sem ela nada disso seria possível, meu maior orgulho, a pessoa mais incrível que eu já conheci em toda minha vida, um exemplo de mulher, muito obrigada por ter realizado mais esse sonho. Aos meus tios, Gil e Marcia, por todo carinho e fé depositados ao longo desses anos.

Ao meu namorado Breno, por todo apoio incondicional em todas as minhas decisões, aos meus queridos amigos de faculdade, Darym, Maria Carolina, Jessica, Lorena e Mateus José, por todas as tarde e noites de estudos, por todas nossas conquistas e parceria ao longo desses quatro anos e meio.

A todos os meus professores que foram de fundamental importância para conclusão da minha graduação, em especial as minhas professoras Irene e Maria José, pela orientação e disposição para ajudar em todos os momentos que foram necessários, sem elas esse trabalho não seria possível, e ao meu professor Júlio pela participação na minha banca.

E gostaria de agradecer também, a todos aquelas que me ajudaram de forma indireta, como técnicos de laboratório, engenheiros externos e familiares. Muito obrigada, a todos vocês que participarem e me acompanharam de alguma forma durante essa jornada.

RESUMO

A água é um recurso básico e indispensável para sobrevivência humana e da maioria dos seres vivos, logo a verificação e garantia de sua potabilidade é de suma importância para o bem estar do homem. A ingestão de água contaminada pode gerar graves riscos à saúde humana, sem falar nas doenças. O presente trabalho tem o objetivo de analisar a água para consumo humano que está em contato com a manta asfáltica, um tipo de impermeabilização utilizada em reservatórios de edificações, cujo material principal vem de compostos asfálticos. Para essas análises físicas, químicas e organolépticas em laboratório, a pesquisa foi dividida em duas etapas, primeiro foram coletadas três amostras de água de três reservatórios em três edificações distintas, impermeabilizados com manta asfáltica, e depois uma análise em laboratório com quatro amostras de água em contato com quatro tipos de manta asfáltica, fornecida por fabricantes diferentes, totalizando assim sete amostras para análise. Ao final do estudo, foi possível observar que não existem indícios de comprovação de que a manta asfáltica altera os padrões de potabilidade da água.

Palavras chaves: Água, Reservatórios, Potabilidade, Impermeabilização, Manta Asfáltica.

ABSTRACT

Water is a basic and indispensable resource for human survival and most living things, so the verification and guarantee its potability is of paramount importance to the welfare of man. The contaminated water can lead to serious risks to human health, not to mention the diseases. This study aims to analyze the water for human consumption that is in contact with the asphalt blanket, a type of waterproofing used in building reservoirs, whose main material comes from asphaltic compounds. For these physical, chemical and organoleptic tests in the laboratory, the research was divided into two stages, were first collected three three reservoirs water samples in three different buildings, waterproofed with asphalt blanket, and then a laboratory analysis of four water samples contact four types of asphalt blanket, supplied by different manufacturers, totaling seven samples for analysis. At the end of the study, it was observed that there is no evidence proving that the asphalt blanket changes the standards of drinking water quality.

Key words: Water tanks, potability, waterproofing, Asphalt Manta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. OBJETIVOS.....	12
1.1.1. Objetivo Geral	12
1.1.2. Objetivos Específicos	12
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	13
2.1. Ministério da Saúde - Portaria MS n. o 2.914/2011	14
2.2. Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo Humano.....	15
2.3. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.	17
2.4. Sistema de Impermeabilização.	22
2.5. Impermeabilizante Asfáltico	25
2.5.1. Manta Asfáltica.	25
2.6. Aplicação da Manta Asfáltica	29
2.6.1. Aplicação da Manta Asfáltica em Reservatórios de água Potável	30
3. METODOLOGIA.....	33
3.1. Análise da Água Potável de Reservatório em Contato com a Manta Asfáltica.	33
3.1.1. Coleta de Água em Reservatórios.....	34
3.1.2. Preservação e Transporte:.....	38
3.2. Análise da Água Potável em Contato com o Sistema de Impermeabilização de Acordo com a NBR 12170/2009.....	39
3.2.1. Preparação do Corpo de Prova.....	40
3.3. Material Coletado e Ensaios para Analisar:.....	43
3.4. Ensaios de Análise de Padrões Químicos da Água:	44
3.5. Ensaios Realizados.	45
3.5.1 Medição de Temperatura	45

3.5.2. Medição de pH.....	46
3.5.3. Sólidos Dissolvidos e Sólidos Dissolvidos Totais.	47
3.5.4. Cloreto.	49
3.6. Laboratório Tommasi Analítica.....	50
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	52
4.1. Resultados para análises do laboratório Labocien - UniCeub.	52
4.2. Resultados para análises do laboratório Tommasi Analítica.	55
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
6. SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS	62
7. REFERÊNCIAS	63
ANEXO I.....	66
ANEXO II.....	68

LISTA DE FIGURAS:

Figura 1 - Esquema de um Sistema de Abastecimento de Água	21
Figura 2 - Classificação da impermeabilização segundo o material	25
Figura 3 - Composição da manta asfáltica	26
Figura 4 - Sequência Construtiva.....	29
Figura 5 - Edifício 1.....	35
Figura 6 - Edifício 2.....	35
Figura 7 - Edifício 3.....	36
Figura 8 - Edifício 1 – Reservatório Superior	36
Figura 9 - Reservatório inferior do edifício 2	37
Figura 10 - Primeiro e segundo reservatórios superiores, do edifício 3.....	37
Figura 11 - Duas amostras coletadas para cada reservatório	38
Figura 12 - Caixa de transporte das amostras	39
Figura 13 - Queima das faces da manta para realização da emenda	41
Figura 14 - Queima total do filme de polietileno em uma das faces	41
Figura 15 - Os quatro corpos de prova prontos.....	41
Figura 16 - Amostra da manta retirada da água.....	42
Figura 17 - Amostra de água das mantas	43
Figura 18 - Medição de temperatura	46
Figura 19 - Medição de pH em laboratório	47
Figura 20 - Amostras colocadas dentro da estufa	48
Figura 21 - Amostras após sua retirada da estufa.....	48
Figura 22 - Titulação com nitrato de prata.....	49
Figura 23 - Coleta das amostras no edifício 1	50
Figura 24 - Gráfico comparativo das medições de pH.....	53
Figura 25 - Gráfico comparativo da medição dos sólidos totais e dissolvidos	54
Figura 26 - Gráfico comparativo do teor de cloreto	54
Figura 27 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 1.....	56
Figura 28 – Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 1	57
Figura 29 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 1.....	57
Figura 30 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 2.....	58
Figura 31 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 2.....	58
Figura 32 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 2.....	59

LISTA DE TABELAS:

Tabela 1 - Classificação da água - IQA.....	19
Tabela 2 - Classificação da Manta Asfáltica.....	28
Tabela 3 - Dados dos locais de coleta	33
Tabela 4 - Lista de materiais utilizados na coleta	34
Tabela 5 - Formulário de registro	35
Tabela 6 - Dados das Mantas Asfálticas	40
Tabela 7 - Fatores para análise física, química e organoléptica da água	44
Tabela 8 - Preparação dos ensaios.....	45
Tabela 9 - Ensaio para amostras líquidas	51
Tabela 10 - Resultados das amostras para temperatura, pH e cloreto	52
Tabela 11 - Resultados para Sólidos Totais e Dissolvidos.....	52
Tabela 12 - Resultados dos ensaios no Tommasi Analítica	55

LISTA DE EQUAÇÕES:

Equação 1.....	20
Equação 2.....	21

LISTA DE ABREVIACÕES:

ABNT.....	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CAESB.....	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.
DF.....	Distrito Federal.
EPI's.....	Equipamento de Proteção Individual.
IQA.....	Índice de Qualidade da Água.
LABOCIEN.....	Laboratório de Ciência da Educação e Saúde.
LQ.....	Limite de Quantificação.
MS.....	Ministerio da Saúde
NBR.....	Norma Associação Brasileira de Normas Técnicas.
SISAGUA.....	Sistema de informação da vigilância da qualidade da agua para consumo humano.
SUS	Sistema Único de Saúde.
VMP	Valor Máximo Permitido.
VIGIAGUA.....	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano.
OMS.....	Organização Mundial da Saúde.
VR.....	Valor de Referência.

LISTA DE SÍMBOLOS

m ²	Metros quadrados
m.....	Metros
%.....	Porcentagem
°C.....	Graus célsius
cm.....	Centímetros
mm.....	Milímetros
g.....	Gramas
L.....	Litros
ml.....	Mililitros
mg.....	Miligramas
kg.....	Quilogramas
UNT.....	Unidade Nefelométricas
uH.....	Unidade Hazen

1. INTRODUÇÃO

O trabalho em questão consiste em uma análise sobre a potabilidade da água presente em reservatórios de abastecimento de diferentes edificações do Distrito Federal. O objetivo é verificar se o sistema de impermeabilização adotado nesses reservatórios pode estar comprometendo os padrões de qualidade da água. Salientando que a pesquisa está voltada para impermeabilizações com o uso de pré-fabricados, mais especificadamente o uso de manta asfáltica.

Para isso, faz-se necessário, toda uma pesquisa e ensaios em laboratório com sete amostras de água diferentes, sobre os padrões físicos, químicos e biológicos e uma verificação se ela se encontra de acordo com os padrões mínimos aceitáveis para consumo humano, pois a mesma é fonte de abastecimentos de todos os residentes do local. Essa pesquisa é de suma importância para verificar se não existem substâncias presentes na água que ofereçam riscos à saúde.

Os resultados que vão ser obtidos em laboratório, assim como os ensaios e procedimentos realizados, devem se encontrar nos padrões do sistema de vigilância e controle da qualidade da água informado pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde – MS.

É importante ressaltar que as realizações do estudo sobre a procedência do abastecimento fornecido por esses reservatórios seguem as regras das normas da ABNT e do Manual Técnico de Coleta de Amostras da Água, do Ministério Público de Santa Catarina.

O Manual Técnico descreve o sistema de coleta e armazenamento da água, assim como o tempo para realização do ensaio e a quantidade de água a ser coletada.

Enquanto que a NBR 12170/2009, fala sobre o ensaio a ser realizado para analisar a potabilidade da água aplicável em sistemas de impermeabilização, fazendo assim análises físicas, organolépticas e químicas da água em contato com o tipo de sistema utilizado como impermeabilizante.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Verificar se a impermeabilização dos reservatórios de água em edifícios residenciais impermeabilizados com manta asfáltica, contamina a água que vai ser distribuída pela edificação.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Fazer análises físicas, químicas e organolépticas da água, com resultados obtidos através de ensaios em laboratórios.
- Verificar a potabilidade da água de reservatórios impermeabilizados com manta asfáltica para o consumo humano.
- Apontar as principais características da água se afetada.
- Verificar a potabilidade da água em contato com o material impermeabilizante pré-fabricado descrito pela NBR 12170/2009.

2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Entende-se como sendo água potável, a água que ao ser consumida pelo homem não cause nenhum risco a sua saúde, uma água tratada e sem qualquer indício de contaminação.

De acordo com Von Sperling (2014), existe cerca de $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$ de água disponível no planeta terra, sendo que dela podemos encontrar 97% em forma de água do mar, 2,2% em formas de geleiras e 0,8 % como água doce. E dessa porcentagem de água doce, 97% encontra-se na parte subterrânea da terra e apenas 3% na superfície.

O corpo humano é constituído basicamente por 60% de água, ou seja é indiscutível a sua importância para sobrevivência do homem, além do que podemos dizer que o uso da água está presente em todas as atividades feitas por ele durante o seu dia-a-dia. Sua utilização vai desde abastecimento doméstico, industrial, irrigação, recreação, lazer, navegação como até mesmo para geração de energia hidroelétrica (HELLER, 2010, p.1).

“A água é um recurso finito de grande importância para a sobrevivência humana, portanto, devemos usá-la racionalmente” (CAESB/2015). Logo faz-se necessário preservar e verificar os requisitos básicos da qualidade da água para consumo humano, pois a mesma encontra-se sempre variando de acordo com as ações da própria natureza ou de intervenções humanas.

Os parâmetros de qualidade da água podem ser classificados de acordo com as impurezas presentes a partir dos agentes físicos, químicos e biológicos, podendo assim medir o grau de poluição de um determinado local.

No decorrer dos anos muitas pessoas morrem devido à falta de água e de serviços de esgotamento sanitário adequado. A maior parte das transmissões de doenças, ocorre pela ingestão da água não potável, pela falta de higienização da população devido à escassez de recursos hídricos e pela transmissão por mosquitos que entram em contato com a água contaminada, causando dengue, febre amarela, malária, elefantíase, entre outras doenças graves.

Apesar da grande maioria da transmissão de doenças para a população ocorrer por agentes biológicos, existe hoje uma grande preocupação sobre como os agentes químicos presentes na água podem comprometer o bom funcionamento do corpo humano. Eles podem ser produzidos em meio naturais ou em processos industriais, podendo causar efeitos muito nocivos na saúde humana, de forma desconhecida.

2.1. Ministério da Saúde - Portaria MS n. o 2.914/2011

A portaria N. 2914/2011, do Ministério da Saúde, descreve os padrões de potabilidade da água aceitáveis para o consumo humano, estabelecidos pela legislação vigente, assim como o controle e a vigilância necessária para água distribuída e posteriormente consumida pela população. A água para ser potável deve estar de acordo com os padrões microbiológicos, químico e físico especificados nessa portaria.

Ela informa que o controle da qualidade de água deve ser feito por quem oferece o abastecimento coletivo ou serviços alternativos de distribuição, contudo as autoridades de saúde públicas devem verificar o atendimento a legislação vigente, considerando os aspectos socioambientais e a realidade local, esse conjunto de ações adotadas vai verificar se água consumida pela população atende os parâmetros aceitáveis descritos na portaria e se seu consumo apresenta algum risco a saúde humana.

O padrão de potabilidade brasileiro é composto pelos itens citados abaixo basicamente, eles vão classificar a qualidade da água em termos de potabilidade:

- Padrão microbiológico;
- Padrão de turbidez pós-filtração ou pré-desinfecção;
- Padrão para substâncias químicas que representam riscos à saúde;
- Padrão de radioatividade
- Padrão organoléptico

2.2. Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para consumo Humano.

Devido aos diversos problemas e doenças que a consumo de água contaminada por bactérias, vírus, protozoários, helmintos e substâncias químicas podem ocasionar para a saúde humana, a garantia da qualidade e potabilidade da água se tornou uma das principais preocupações e prioridades dos setores da saúde.

A Vigilância em Saúde Ambiental proporciona o conhecimento e a observação de mudanças nos fatores que interferem na saúde humana, além de estar sempre preocupada em garantir a prevenção e controle dos fatores de risco e das doenças ou agravos relacionados ao meio ambiente.

Devido a isso, a Vigilância em Saúde Ambiental permitiu o desenvolvimento do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), para orientar de forma abrangente a vigilância da água, e desenvolver ações contínuas que garantam o atendimento do padrão e das normas estabelecidas na Portaria 2914/2011, além de avaliar os riscos e verificar a potabilidade da água.

Segundo o site Portal da Saúde (2014), o VIGIAGUA, fornece o mapeamento e gerenciamento das áreas de risco sobre as condições de abastecimento encontradas para consumo humano, ajudando assim na prevenção e segurança na hora de abastecer a população, o programa segue as diretrizes previstas também no sistema único de saúde (SUS). Para a implantação do Programa, são necessárias ações como identificação, cadastramento e inspeção das formas de abastecimento.

Ainda segundo o site Portal da Saúde (2014), o Sistema de informação da vigilância da qualidade da água para consumo humano (SISAGUA), é a ferramenta mais importante para o programa VIGIAGUA, ele utiliza os indicadores de qualidade da água fornecidos pela organização mundial da saúde (OMS), além de monitorar e avaliar os indicadores do programa, ele sistematiza os dados da qualidade da água dos estados e municípios.

O programa foi estruturado em três etapas principais, sendo elas o cadastro, o controle e a vigilância. O cadastro é feito pela coleta dos dados sobre o sistema de abastecimento utilizado, para registrar informações sobre as formas de abastecimento de água em determinado local e para população. Em seguida é feito o controle, onde são armazenadas as informações sobre o monitoramento da qualidade da água realizado pelos responsáveis pelo abastecimento.

E por último ocorre a vigilância, onde são armazenadas informações sobre as inspeções sanitárias realizadas nos sistemas de abastecimento, o monitoramento da qualidade de água, e também os resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas.

De acordo com o relatório da Situação da Vigilância da Qualidade da Água Para Consumo no Brasil – ano base 2010/2011, encontrado no site do Portal da Saúde, (2016) com os dados coletados pelo SISAGUA, no ano de 2011 o VIGIAGUA atingiu cerca de 90% dos municípios brasileiros, distribuídos pelos estados do país.

Agora, segundo o site da Vigilância Sanitária (2016), o programa VIGIAGUA tem como objetivos principais:

- Reduzir a mortalidade de agravos de doenças com veiculação hídrica, através de uma vigilância rigorosa da qualidade da água;
- Melhorar as condições sanitárias dos diversos tipos de abastecimento, avaliando e prevendo os riscos à saúde;
- Realizar um constante monitoramento da potabilidade seguindo a legislação vigente;
- Continuar coordenando o SISAGUA;
- Manter a população ciente das condições da água que está sendo consumida;
- Procurar desenvolver ações educativas e de mobilização social, para melhor instruir a população sobre a importância de uma água potável;

2.3. Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal.

A empresa responsável pelo monitoramento, tratamento, distribuição e garantia da qualidade de água dos mananciais subterrâneos e superficiais para abastecimento da população do Distrito Federal, de forma a garantir o atendimento dos mínimos parâmetros de potabilidade aceitáveis para consumo humano é a CAESB (Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal), uma sociedade de economia mista, regida pela lei das sociedades anônimas. É ela quem presta os serviços de saneamento básico no DF.

Segundo o site oficial da CAESB (2016), o último relatório anual publicado sobre a qualidade de água distribuída no ano de 2015 (edição de fevereiro/2016), ressalta a responsabilidade do órgão pela distribuição e controle do sistema de saneamento básico do Distrito Federal, entre as operações realizadas estão a execução, manutenção, proteção e fiscalização do sistema de abastecimento de água e esgoto sanitário, assim como as bacias hidrográficas utilizada com essa finalidade.

O sistema de abastecimento, pode produzir cerca de 9.443 L/s, atendendo aproximadamente 99,0% da população, já a coleta de esgoto atende 84,5% da população, mas todo o esgoto coletado é 100% tratado.

De acordo com esses dados, em 2015 foi utilizado água de 22 mananciais superficiais e 120 subterrâneos para o abastecimento do DF. A CAESB utiliza para o controle de potabilidade da água, os parâmetros indicados pelo IQA (Índice de Qualidade da Água), criado pelos Estados Unidos, pela National Sanitation Foundion, em 1970, que fornece o índice bacteriológico e físico-químico de um corpo de água, sendo o principal índice de qualidade da água utilizado no país.

“Este trabalho, conduzido de acordo com os critérios estabelecidos na Resolução 357/2005 CONAMA (adotada para a água bruta superficial), a Resolução 396/2008 CONAMA (adotada para a água bruta subterrânea) e Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (adotada para a água tratada), tem proporcionado à Companhia um completo controle da qualidade da água em todas as suas etapas, desde a produção até a distribuição ao usuário.”

É importante ressaltar que, para assegurar os padrões de potabilidade da água para consumo humano, deve-se obedecer aos requisitos estabelecidos pelo Ministério da Saúde – MS, portaria 2914/11. Um dos objetivos da CAESB é estar sempre preocupada em atender esses requisitos. “Em 2015 foram coletadas 1.356 amostras/mês em 390 pontos da rede de distribuição, totalizando cerca de 6.279 análises mensais.”

Para obtenção desses parâmetros são feitas as análises físicas, químicas e bacteriológicas, em laboratórios específicos para observar os oito parâmetros de estudo necessários para o cálculo do IQA sendo eles, a cor da água, turbidez, o nitrogênio amoniacal, a quantidade de ferro, cloreto, pH, carbono total e coliformes totais. O valor do IQA varia de 0 – 100. A Tabela 1 abaixo mostra a classificação da qualidade da água enquadrada nas seguintes classes.

Tabela 1 - Classificação da água - IQA

IQA	Classificação
91 - 100	Ótima
80 - 90	Muito boa
52 - 79	Boa
37 - 51	Aceitável
20 - 36	Imprópria para tratamento convencional
0 - 19	Imprópria

Fonte: Relatório de Qualidade de água 2015, CAESB

Segundo o Portal de Qualidade das águas, o cálculo do IQA é feito por meio da formula abaixo, o produto ponderado entre os oito parâmetros estabelecidos, sendo que para cada um deles terá duas variáveis q e w.

Equação 1

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

IQA = vai ser um número entre 0 -100.

n = número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.

Equação 2

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

q_i = qualidade do i -ésimo parâmetro. Um número entre 0 e 100, obtido do respectivo gráfico de qualidade, em função de sua concentração ou medida (resultado da análise);

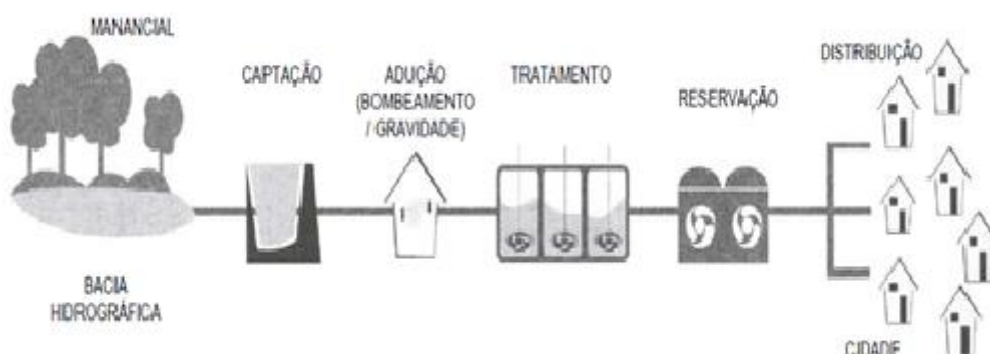
w_i = peso correspondente ao i -ésimo parâmetro fixado em função da sua importância para a conformação global da qualidade, isto é, um número entre 0 e 1.

O sistema de abastecimento de água é composto basicamente por seis etapas, a primeira consiste na escolha do manancial de abastecimento, seguido pela captação, onde ocorre a coleta de água nas suas condições naturais, seja de rios, poços, córregos e lagos.

Depois se tem o processo de adução ou bombeamento, ou seja, a coleta e transporte da água tirando as suas impurezas. Após esses processos tem início a reservação, a água vai ser armazenada de acordo com a demanda populacional, e enfim ocorre a distribuição, fornecimento de água para a população de forma adequada, atendendo os parâmetros de consumo humano.

A Figura 1 apresenta um esquema de um sistema de abastecimento de água com as principais etapas. É importante ressaltar a necessidade de ocorrer o processo de tratamento de água antes da distribuição para a população.

Figura 1 - Esquema de um Sistema de Abastecimento de Água



Fonte: Relatório de Qualidade de água 2015, CAESB.

Os ensaios para análise de cor mostra a presença de substâncias dissolvidas ou em estado coloidal; a turbidez analisa as partículas que estão em suspensão; o cloro residual livre avalia o agente bactericida colocado na água para proteção e desinfecção da mesma; os coliformes totais medem as bactérias presentes provenientes da natureza, e o e-coli analisa a contaminação fecal da água por bactérias de origem animal.

De acordo com Libânio (2010) reservatórios são os locais de armazenamento de água potável, suas duas funções principais consistem em armazenar de forma adequada a quantidade de água necessária para atender o consumo per capita da população do local e sua correta distribuição. Eles podem ser classificados de acordo com o material utilizado na sua concepção, no tipo de terreno e na sua localização de abastecimento.

De acordo com a sua localização eles classificam-se como elevados, apoiados, semienterrados e enterrados, e quanto ao formato podem ser circulares ou retangulares.

Quanto ao tipo de material utilizado na sua concepção o mais usual é o de concreto armado, apesar de poder ser construído com aço, alvenaria estrutural, concreto protendido, argamassa armada, fibra de vidro e madeira (LIBÂNIO, 2010).

2.4. Sistema de Impermeabilização.

Segundo Bauer (2002), a técnica de impermeabilização consiste, basicamente, em proteger as diversas áreas de uma construção contra o contato com a água ou outros fluidos indesejáveis. Esse contato pode ser por meio de chuvas, banhos, lavagem ou até mesmo a presença de umidade, evitando assim que a mesma se infiltre na estrutura, garantindo sempre uma boa estanqueidade.

A impermeabilização protegendo também contra os agentes do intemperismo, do meio ambiente, aumenta a vida útil da estrutura, diminui a correção em armaduras e até mesmo atenta-se em evitar a contaminação pelo próprio uso da impermeabilização, mantendo assim um bom desempenho e durabilidade na edificação.

A água pode infiltrar em uma estrutura de diversas maneiras, por exemplo, pela pressão uni ou bilateral (a mais comum), por capilaridade, pela simples percolação do líquido ou pela umidade de condensação. Para evitar essas ações dos líquidos existem inúmeros tipos diferentes de impermeabilizantes disponíveis no mercado.

Segundo a NBR 9575/2010 impermeabilização – seleção e projeto, a definição do material impermeabilizante, assim como a forma de sua utilização e aplicação, estará definida no projeto de impermeabilização. O mesmo consiste em três etapas principais, sendo elas:

- Primeiro é feito um estudo preliminar sobre o local onde o procedimento vai ser realizado, de forma a obter dados sobre a área, características dos sistemas de impermeabilização aplicável, características do empreendimento, do mercado, do ambiente e a forma de execução.
- Depois é realizado um projeto básico, com todas as informações coletadas anteriormente, vão ser analisadas e enfim ocorrerá a escolha do material a ser utilizado. Após a escolha ocorre a determinação do local de sua aplicação, seguido basicamente pelo custo estimado, o estudo do desempenho e o levantamento quantitativo.
- Por fim, tem-se o projeto executivo em questão, o mesmo deverá ser realizado juntamente com todos os outros projetos executivos da obra, e obter informações como plantas de localização, detalhes construtivos, memorial descritivo de materiais e procedimentos e planilha com os quantitativos de materiais e serviços.

A forma de execução da impermeabilização descrita na NBR 9574/2008 (Execução de impermeabilização), descreve os procedimentos que devem ser seguidos para que ocorra a proteção correta da estrutura contra a passagem de fluidos indesejáveis.

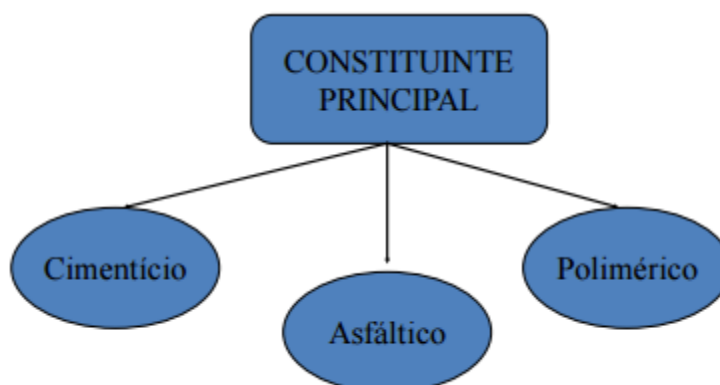
Os locais em que se deve ocorrer a impermeabilização podem ser classificados como áreas molháveis ou molhadas, são locais que ao ficarem expostos podem receber água ou acumulá-la devido ao seu uso, sofrendo risco penetração na estrutura do imóvel, esses locais podem ser banheiros, chuveiros, cozinhas, área de serviço, reservatórios, áreas descobertas entre outras. O processo básico de preparação para o recebimento da camada impermeabilizante está descrito na NBR 9574/2008, como mostra abaixo.

- Todo o processo de impermeabilização deverá ser executado de acordo com projeto e em todas as áreas que necessitem de estanqueidade.
- As etapas consistem basicamente em preparação do substrato, aplicação da impermeabilização e proteção do local.
- Todas as cavidades, ninhos, trincas e fissuras existentes na superfície devem ser tratadas da forma adequada e recomendada pela norma.
- Atentar para as normas de segurança de execução.
- Aplicação deverá ocorrer sempre em superfícies secas e limpas.
- Os cantos e arestas de locais impermeabilizados devem ser arredondados e o local possuir um caimento de 1,0% para escoamento da água.
- Não é permitido transitar durante a execução da impermeabilização, e após seu processo recomenda-se uma prova de carga com água durante 72 horas, com 10 cm de altura mínima da lâmina.

Os materiais impermeabilizantes podem ser definidos em dois grupos respectivamente. Os rígidos, aqueles que não possuem flexibilidade, não movimentam e os flexíveis, como o próprio nome já diz, apresentam flexibilidade, como por exemplo, no caso da manta asfáltica.

Ainda de acordo com a NBR 9575/2010, os materiais impermeabilizantes podem ser classificados também segundo o material que constitui sua camada principal impermeável. A figura 2 a seguir mostra essa classificação.

Figura 2 - Classificação da impermeabilização segundo o material



2.5. Impermeabilizante Asfáltico

Os materiais asfálticos são muito utilizados como impermeabilizantes. Existem vários tipos de materiais provenientes do asfalto, o seu poder de impermeabilizar varia de acordo com a espessura de sua aplicação. A aplicação é dada na forma positiva, ou seja, no lado onde o material fica em contato direto com pressão da água.

2.5.1. Manta Asfáltica.

De acordo com a NBR 9952/2014 - Manta Asfáltica para impermeabilização, descreve a manta como sendo um tipo de material impermeabilizante, pré-fabricado, flexível, composto basicamente por asfalto modificado por polímero. O asfalto utilizado pode ser classificado como oxidado, plastomérico ou elastômericos, reforçada com uma armadura, sua aplicação pode ser feita com maçarico ou com asfalto quente.

A manta asfáltica deve ter características que resistam aos álcalis e ácidos presentes na água, com armadura em toda a sua extensão, desempenhando uma boa função durante o seu tempo de vida útil.

A armadura de reforço utilizada na manta para estruturá-la pode ser de vários tipos:

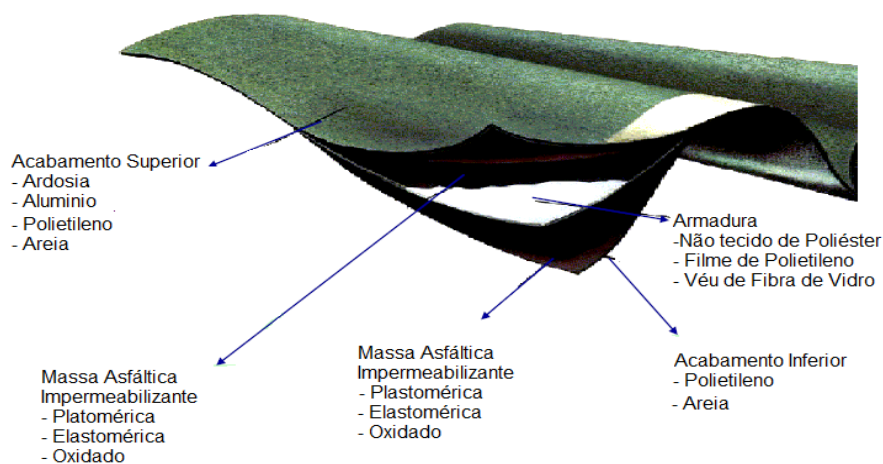
- Vêu de fibra de vidro;
- Filme de Polietileno;
- Tela de Poliéster;
- Não tecido de poliéster;
- Entre outros;

Ainda de acordo com a NBR 9952/2014, o seu acabamento superficial pode ser classificado como sendo:

- Granular;
- Geotêxtil;
- Metálico;
- Polietileno;
- Areia;
- Plástico metalizado;

A figura 3 a seguir, mostra basicamente como é essa composição da manta.

Figura 3 - Composição da manta asfáltica



Fonte: Granato, 2013.

Para a obtenção de dados estruturais tais como a medição de espessura, resistência à tração e alongamento, determinação da absorção de água, flexibilidade a baixa temperatura, resistência ao impacto, tempo de escoamento na presença de calor, determinar a estabilidade, envelhecimento devido a temperatura, estanqueidade a água, teste de rasgamento, devem ser realizados ensaios em laboratórios de acordo com a NBR 9952/2014.

Todas as mantas comercializadas pelos fornecedores deverão conter, obrigatoriamente, algumas informações, como o nome do fabricante, nome comercial para manta, sua extensão e o tipo de manta, conforme a Tabela 2 fornecida pela NBR 9952/2007, a espessura, a data em que foi fabricada, assim como o número do lote e a condição de armazenagem.

De acordo com a NBR 9952/2014, as mantas asfálticas podem ser classificadas pelo seu alongamento e a sua tração nos tipos I, II, III e IV, assim como pela sua flexibilidade mediante temperaturas baixas, em A, B e C. Lembrando que a espessura da manta varia entre 3 mm, 4 mm e 5 mm. A Tabela 2 mostra com detalhes essas classificações.

Tabela 2 - Classificação da Manta Asfáltica

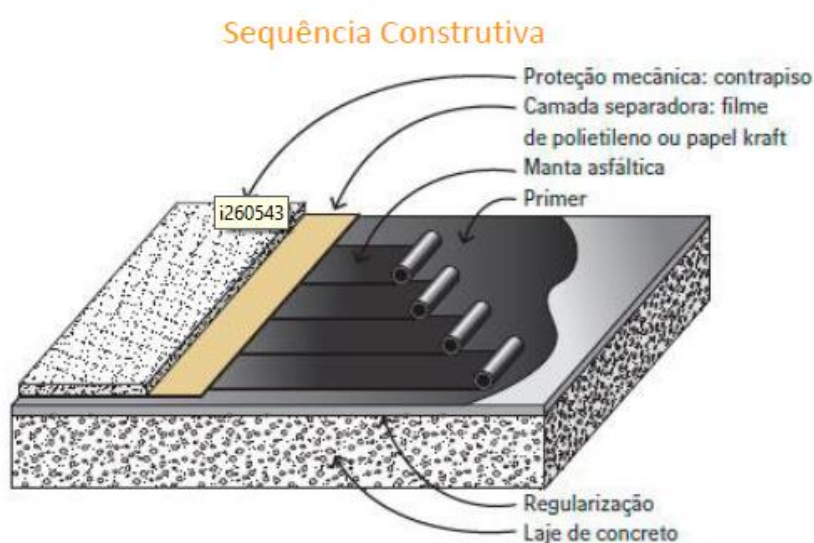
Ensaio			Uni	Tipo				Método de ensaio
				I	II	III	IV	
1. Espessura (mínimo)			mm	3 mm	3 mm	3 mm	4 mm	7.1
2. Resistência à tração e alongamento - (longitudinal e transversal)	Tração (mínimo)		N	80	180	400	550	7.2
	Alongamento (mínimo)		%	2	2	30	35	
3. Absorção d'água – Variação em massa (máximo) ⁶⁾			%	1,5	1,5	1,5	1,5	7.3
4. Flexibilidade a baixa temperatura ^{1), 5)}	Classe	A	°C	- 10	- 10	- 10	- 10	7.4
		B		- 5	- 5	- 5	- 5	
		C		0	0	0	0	
5. Resistência ao impacto ²⁾ a 0°C (mínimo)			J	2.45	2.45	4.90	4.90	7.5
6. Escorrimento (mínimo)			°C	95	95	95	95	7.6
7. Estabilidade dimensional (máximo)			%	1%	1%	1%	1%	7.7
8. Envelhecimento acelerado	Mantas asfálticas expostas ³⁾		Os corpos-de-prova, após ensaio, não devem apresentar bolhas, escorrimento, gretamento, separação dos constituintes, deslocamento ou delaminação					ASTM G 154
	Mantas asfálticas protegidas ou autoprotegidas ⁴⁾							7.8
9. Flexibilidade após envelhecimento acelerado ⁵⁾	Classe	A	°C	0	0	0	0	7.4
		B		5	5	5	5	
		C		10	10	10	10	
Ensaio			Unida de	Tipos				Método de ensaio
				I	II	III	IV	
10. Estanqueidade (mínimo)			m.c.a.	5	10	15	20	7.9
11. Resistência ao rasgo (mínimo)			N	50	100	120	140	7.10
¹⁾ Em mantas asfálticas auto protegidas, o ensaio de flexibilidade é feito dobrando-se a amostra de forma a manter a face auto protegida em contato com o mandril e verificando-se a ocorrência de fissuras no lado da massa asfáltica.								
²⁾ Quando as mantas asfálticas forem aplicadas sobre o substrato rígido (por exemplo, concreto), utilizar a base de aço; quando forem aplicadas sobre substrato flexível (por exemplo, isolações térmicas deformáveis), utilizar a base de poliestireno ou a base em que efetivamente for aplicada a manta asfáltica.								
³⁾ Exposição do corpo-de-prova a 400 h de intemperismo, ciclos de 4 h de ultravioleta a 60°C e 4 h de condensação d'água a 50°C.								
⁴⁾ Desconsiderar envelhecimento que possa ocorrer na camada antiaderente.								
⁵⁾ Os ensaios de flexibilidade devem ser efetuados nas temperaturas estabelecidas na tabela 1.								

Fonte: NBR 9952/2014.

2.6. Aplicação da Manta Asfáltica

A fixação da manta asfáltica ocorre após a preparação do local de sua aplicação. A figura 4 abaixo mostra basicamente como vai ocorrer o procedimento, assim como suas etapas, que serão descritas na sequência.

Figura 4 - Sequência Construtiva



Fonte: Techne Pini.

Primeira etapa: execução da camada de regularização serve para regularizar a base (o substrato), deixando uma superfície uniforme para receber o material impermeabilizante, se necessária, deve possuir um caimento mínimo de 1 %, essa camada pode ser feita com argamassa, concreto ou outros materiais (NBR 9574).

Segunda etapa: imprimação, após ser feita a camada de regularização aplica-se um primer em cima dela para melhorar a aderência quando em contato com a camada impermeável, que vai ser aplicada em seguida, podendo ser solução ou emulsão asfáltica descrita na NBR 9686 (NBR 9952/2014).

Terceira etapa: aplicação da manta asfáltica, podendo ser com o maçarico ou com asfalto quente, atendendo para sobreposição de no mínimo 10 cm nas emendas entre mantas, deverão ser seladas com maçarico ou asfalto quente aplicado por cima.

Quarta etapa: camada separadora, colocada acima da impermeabilização para evitar a aderência de outros materiais, pode ser feita com papel kraft ou filme de polietileno (NBR 9575/2010).

Quinta etapa: proteção mecânica, tem a função de proteger a camada de impermeabilização contra o tráfego, podendo ser de argamassa, concreto, geotêxtil, metal, solo e agregado (NBR 9575/2010).

2.6.1. Aplicação da Manta Asfáltica em Reservatórios de água Potável

Segundo o Manual Técnico - Impermeabilização de Estrutura, da Vedacit, os reservatórios superiores são locais que sofrem intensas variações térmicas, efeitos do vento, ações da umidade e variações bruscas do nível de água presente, logo o sistema de impermeabilização a ser adotado no local deve ser específico e flexível para acompanhar sua movimentação e resistir aos seus carregamentos estáticos e dinâmicos.

O uso de manta asfáltica como impermeabilizante para esses reservatórios elevados vem sendo utilizado desde 1989, e até os dias de hoje não houve nenhum registro de problemas com contaminação da água em contato com o asfalto (Vedacit – Impermeabilizante).

A aplicação da Manta Asfáltica em reservatórios é realizada após os preparos da superfície e da imprimação, a manta pode ser colocada 6 horas após a aplicação do primer a base de água, pois é o tempo de espera necessário para a sua secagem.

A colocação deve ocorrer de forma a utilizar mão de obra especializada, por se tratar de um local confinado e uma área de risco, deve-se exigir uma maior capacitação dos operários.

Segundo o Manual de Segurança em Serviços de Impermeabilização, Recomenda-se a utilização dos EPI's adequados para aplicação do produto, como botas de segurança, luvas e roupas de proteção térmica (macacão que proteja todo o corpo), óculos, avental, máscara e capacete.

Quando a aplicação ocorrer em locais fechados, como por exemplo, em reservatórios, deve-se promover a exaustão, pois os processos de impermeabilização expõem os trabalhadores a vapores provenientes do primer, além de verificar a necessidade de utilização de respirador purificador de ar com filtro acoplado contra fumos e vapores durante o processo de aquecimento do asfalto, garantir ventilação e controle constante do espaço.

Após toda a preparação do local e dos operadores, se inicia a efetiva aplicação do material. Segundo o manual técnico de impermeabilização de estruturas, da Vedacit impermeabilizantes, a aplicação deve ocorrer conforme os tópicos descritos abaixo.

- Os rolos de manta asfáltica deverão ser posicionados de acordo com o requadramento do local, colando uma emenda sobre a outra obedecendo a regra do transpasse, a colagem deve iniciar pelos ralos.
- A aplicação é feita com a queima da superfície da manta e do substrato, com o uso de maçarico por exemplo, até o total desaparecimento do filme de polietileno e o asfalto ficar com um aspecto de brilhante, colando-o imediatamente no substrato imprimado.

- Depois da aplicação é necessário reaquecer as emendas para um melhor acabamento, podendo ser feito com uma colher de pedreiro.
- Por fim, parte-se para aplicação nas superfícies verticais, após toda a aplicação é necessário fazer o teste de estanqueidade, sendo aprovado faz-se a proteção mecânica, por se tratar de um reservatório a proteção só é obrigatória no fundo, pois pode ocorrer danos durante o serviços de limpeza e manutenção.
- Na proteção mecânica, geralmente executada somente no piso, primeiro é feito a camada separadora e sobre ela a proteção com argamassa (cimento e areia traço 1:3).

3. METODOLOGIA

Buscando atingir os objetivos propostos nesta pesquisa, será apresentada a metodologia utilizada. Foram realizadas análises da água de três reservatórios impermeabilizados com manta asfáltica coletadas de edifícios em Brasília. No laboratório foram realizados ensaios de quatro mantas asfálticas de diferentes fabricantes quando em contato com a água.

3.1. Análise da Água Potável de Reservatório em Contato com a Manta Asfáltica.

A pesquisa se iniciou com a coleta de água dos reservatórios que abastecem as edificações. Como fonte de coleta e análise desse material, foi utilizadas amostras da água presente em três reservatórios de três edificações diferentes no distrito federal, os materiais foram coletados segundo o Manual Técnico de Coleta de Amostras de Água, do Ministério Público de Santa Catarina. A tabela 3 descreve os dados sobre cada uma das edificações, de onde essa coleta ocorreu.

Tabela 3 - Dada dos locais de coleta

LOCAIS DE COLETA			
Edifício	Edifício 1	Edifício 2	Edifício 3
Andares	2	2	9
Tipologia	Comercial	Comercial	Residencial
Localização	Sudoeste	Águas Claras	Águas Claras
Idade Aproximada	20 anos	10 anos	5 anos
Local de coleta	Reservatório Superior	Reservatório Inferior	Reservatório Superior
Limpeza	2 vezes por ano	2 vezes no total	2 vezes por ano
Análise visual	Tampa com sinais de corrosão	Presença de animais (baratas)	Tampa com sinais de corrosão

3.1.1. Coleta de Água em Reservatórios.

O procedimento para coletar as amostras, se inicia com a preparação dos materiais que serão utilizados durante todo o procedimento. A tabela 4, lista todos os materiais necessários para a coleta segundo o Manual Técnico, do Ministério Público de Santa Catarina.

Tabela 4 - Lista de materiais utilizados na coleta

LISTA DE EQUIPAMENTOS PARA COLETA	
Documentação	Acondicionamento e Transporte
Plano de monitoramento	Gelo Reciclável
Caderno de campo/ Ficha de coleta	Caixa de Isopor
Caneta e lapis	Fita adesiva
Equipamento de coleta	Etiqueta de Identificação
Haste de Coleta	Equipamento de Segurança
Coletor de Profundidade	Kit de primeiros socorros
Caixa de Luvas	Óculos de sol/Proteção
Frascos de coleta - Vidro âmbar (500ml)	Outros
Etiquetas de Identificação	Máquina fotográfica
Descontaminação	Termômetro
Álcool 70%	
Esponja e Escova	
Solução detergente neutron	
Papel Absorvente	

Fonte: Ministério Público de Santa Catarina (2009).

A coleta ocorreu em três reservatórios, de três edificações diferentes, o material coletor (frascos de vidro âmbar) utilizado, foi fornecido pelo laboratório do Centro Universitário de Brasília - UniCEUB, Labocien (Laboratório de Ciência da Educação e Saúde), assim como a esterilização necessária prevista no manual técnico.

Em seguida ocorreu o preenchimento de um formulário de registro com informações sobre a amostra coletada, a tabela 5 apresenta o formulário de registro utilizado.

Tabela 5 - Formulário de registro

Ficha de Coleta			
Responsável pela coleta	Samantha da Silva Chamorro		
Identificação/ Amostra	Edifício 1	Edifício 2	Edifício 3
Data da coleta	13/05/2016	13/05/2016	13/05/2016
Hora da coleta	8:55	9:37	10:21
Local de coleta	Reservatório Superior	Reservatório Inferior	Reservatório Superior
Profundidade Aprox.	15 cm	15cm à 30 cm	15cm à 30 cm
Matriz	Água potável	Água potável	Água potável
Condições Climáticas	Sol	Sol	Sol
Entrada no laboratório	13/05/2016	13/05/2016	13/05/2016

Fonte: Ministério Público de Santa Catarina (2009).

As figuras 5, 6 e 7 mostram os edifícios de onde as amostras foram coletadas e as figuras 8, 9 e 10 mostram seus respectivos reservatórios.

Figura 5 - Edifício 1



Figura 6 - Edifício 2



Figura 7 - Edifício 3



Figura 8 - Edifício 1 – Reservatório Superior



Figura 9 - Reservatório inferior do edifício 2



Figura 10 - Primeiro e segundo reservatórios superiores, do edifício 3



A quantidade de água coletada depende da quantidade necessária para realizar todas as análises físico-químicas da água descritas pela portaria 2914/2011.

Foi coletado em torno de um litro de água de cada um dos reservatórios, em frascos âmbar de 500 ml, ou seja, para cada reservatório foram coletada duas amostras de água. A figura 11 mostra o material coletado para pesquisa.

Figura 11 - Duas amostras coletadas para cada reservatório



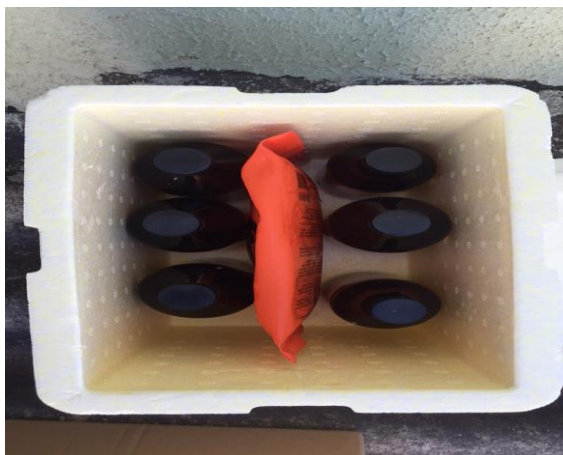
Fonte: Elaboração própria.

Após a coleta, todas as amostras foram etiquetadas com a suas corretas identificações conforme o manual técnico do ministério público de Santa Catarina.

3.1.2. Preservação e Transporte:

O transporte da amostra até o laboratório, LABOCIEN do UniCEUB de Taguatinga, ocorreu de forma cuidadosa, para evitar qualquer tipo de comprometimento quanto a integridade da amostra. Os seis fracos de vidro âmbar (500 ml) foram colocados dentro de um caixa de isopor, com gelo reciclável e lacrado com fita adesiva, como mostra na figura 12.

Figura 12 - Caixa de transporte das amostras



Chegando no laboratório, as amostras seguiram as recomendações quanto ao tipo de manteria utilizado na coleta e a forma de sua preservação, descritas no Manual de Procedimentos de Coleta e Metodologias de Análise de Água – SISAGUA, Minas Gerais 2009, juntamente com o Manual do Ministério da Saúde de Santa Catarina 2009.

3.2. Análise da Água Potável em Contato com o Sistema de Impermeabilização de Acordo com a NBR 12170/2009.

Para verificação da potabilidade da água em contado com o material impermeabilizante pré-fabricado descrito pela NBR 12170/2009, foram utilizadas quatro tipos de manta asfáltica de diferentes fabricantes, ou seja, todos os procedimentos listados a seguir devem ser feitos para cada uma dessas mantas, totalizando quatro amostras de manta asfáltica. A tabela 6 fornece dados sobre esses materiais.

Tabela 6 - Dados das Mantas Asfálticas

Amostras de Manta Asfáltica			
Fabricante	Tipo	Espessura	Acabamento
1	III	4 mm	PP
2	III	4 mm	AA
3	III	3 mm	PP
4	III	4 mm	PP
AA - Acabamento de areia nas duas faces. PP - Acabamento de polietileno nas duas faces.			

A análise se inicia com a preparação dos corpos de prova com dimensões especificadas de 12 cm x 8 cm, com pelo menos uma emenda cada, garantindo seus aspectos naturais a sua utilização em obra.

3.2.1. Preparação do Corpo de Prova.

As mantas obtidas dos quatros fabricantes diferentes, foram levadas para o laboratório de solos do UniCEUB e com ajuda do técnico de laboratório, elas foram cortadas nas dimensões especificadas pela NBR 12170 (12 cm x 8 cm), para cada uma das mantas foram recortadas duas amostras, para serem sobrepostas formando uma emenda entres elas, com 10 cm de transpasse.

Feito isso, ocorreu a queima total do filme de polietileno em uma de suas fases, deixando-as em condições naturais a sua utilização em obras. As Figuras 13, 14 e 15 abaixo mostram como o procedimento foi realizado:

Figura 13 - Queima das faces da manta para realização da emenda



Figura 14 - Queima total do filme de polietileno em uma das faces



Fonte: Elaboração própria

Figura 15 - Os quatro corpos de prova prontos



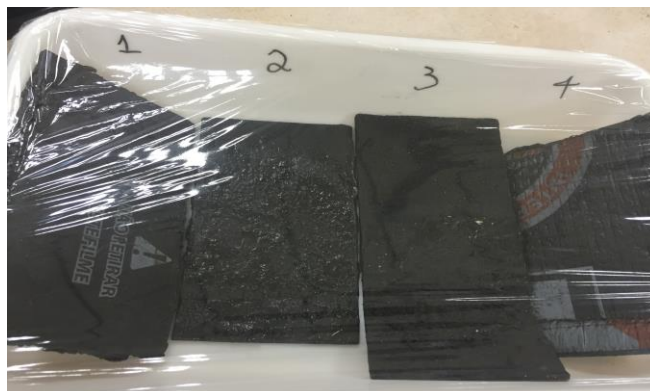
Fonte: Elaboração própria.

Após a correta confecção dos corpos de prova e secagem conforme o fabricante, o mesmo foi levado para o LABOCIEN no UniCEUB e inserido dentro de um recipiente de plástico.

No recipiente, foi introduzido dois litros de água da torneira, deixando o sistema de impermeabilização submerso durante um período de cinco dias. Após isso, os dois litros de água foram armazenados em um recipiente de vidro vedado (sem o material impermeabilizante). Assim as amostras vão servir para as realizações dos ensaios físicos, químicos e organolépticos.

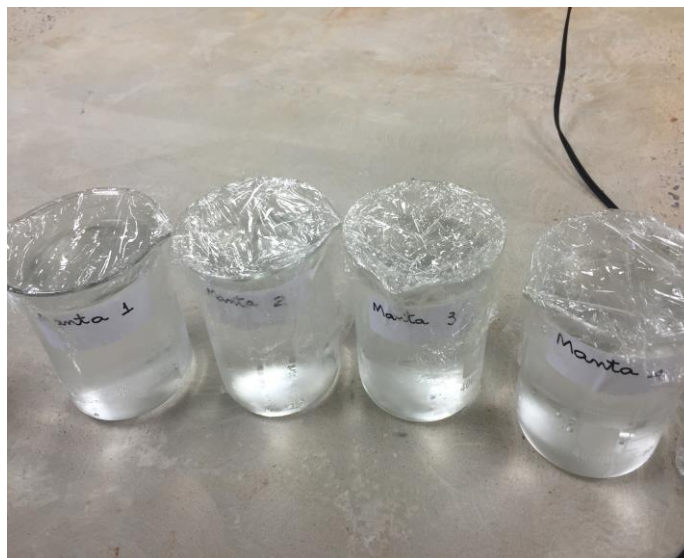
A norma indica que as amostras de água deveriam ser coletadas após 24 horas em contato com sistema de impermeabilização e posteriormente com cinco dias de contato. Devido ao tempo e a disponibilidade de material para realizações dos ensaios no laboratório, as análises foram realizadas apenas com a água que esteve em contato por cinco dias. As figuras 16 e 17 mostram a amostra das mantas utilizadas, assim como o recipiente no qual as mantas ficaram imersas e a sua amostra efetiva para realização dos ensaios.

Figura 16 - Amostra da manta retirada da água



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 17- Amostra de águas das mantas



Fonte: Elaboração própria.

No final de todos os procedimentos, obteve-se um total de 04 amostras de água sendo uma, para cada manta asfáltica.

É importante ressaltar que a norma 12170/2009, informa que os resultados obtidos das análises das águas, devem ser tabelados e analisados de acordo com a Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde, porém, a mesma se encontra revogada, estando em vigor agora a Portaria N° 2914/2011 – MS, já mencionada anteriormente, funcionando assim como fonte para as análises.

3.3. Material Coletado e Ensaios para Analisar:

Para fatores de análise dessa pesquisa, serão realizados ensaios em sete amostras diferentes de água, seguindo os padrões de potabilidade da portaria 2914/2011, do Ministério da Saúde.

Ensaios a serem realizados em amostras coletadas dos reservatórios:

- 3 - Amostras de água coletada em três reservatórios diferentes.

Ensaio a ser feito no sistema de impermeabilização analisado em laboratório:

- 0 - Amostras de análise da água com 24 horas.
- 4 - Amostras de análise da água com 5 dias.
- 0 - Amostra de análise da água sem o material de impermeabilização (amostra testemunho).

3.4. Ensaio de Análise de Padrões Químicos da Água:

Os Parâmetros que devem ser analisados para verificar se a água mantém os padrões considerados de potabilidade segundo a Portaria N° 2914/2011 - MS são, listados abaixo, na tabela 7.

Tabela 7 - Fatores para análise física, química e organoléptica da água

Padrões Físicos, Químicos e Organolépticos	
Alumínio	Cor
Amônia (como NH ₃)	Turbidez
Cloreto	PH
1,2 Diclorobenzeno	Fluoreto
1,4 Diclorobenzeno	Gosto e Odor
Dureza Total	Coliformes Totais
Etilbenzeno	Temperatura
Ferro	Cloro Residual Livre
Manganês	Sulfeto de Hidrogênio
Monoclorobenzeno	Surfactantes (como LAS)
Sódio	Tolueno
Sólidos dissolvidos totais	Zinco
Sulfato	Xilenos

Fonte: Portaria N° 2914/2011 – MS

3.5. Ensaios Realizados.

Com as sete amostras preparadas, foram feitas a medição de temperatura, pH, cloreto, sólidos totais e dissolvidos, seguindo o Manual de Procedimentos de Coleta e Metodologias de Análise de Água – SISAGUA, Minas Gerais 2009, juntamente com o Manual do Ministério da Público de Santa Catarina 2009. A tabela 8 apresenta os procedimentos realizados para preparação das amostras para os ensaios.

Tabela 8 - Preparação dos ensaios

Ensaio	Frasco	Preservação	Prazo	Metodologia
Cloreto	Polietileno, polipropileno e vidro	Não é necessario	Análise Imediata 7 dias*	Colorimetris USGS -1- 1187 78
PH	Polietileno, polipropileno e vidro	-----	Análise Imediata In loco	Phmetro
Sólidos Totais	Polietileno/Vidro	Refrigeração	7 Dias	Gravimetria ABNT NBR 10664/1989
Sólidos Dissolvidos	Polietileno/Vidro	Refrigeração	7 Dias	Gravimetria ABNT NBR 10664/1989
Temperatura	-----	-----	Análise Imediata In loco	-----

Fonte: Elaboração Própria.

3.5.1 Medição de Temperatura

A medição da temperatura para as amostras de água coletas dos reservatórios foi realizada por meio de um termômetro com infravermelho, inserido dentro dos reservatórios, durante a coleta. Já para as amostras de água coletadas em contato com a manta asfáltica fornecida pelos fabricantes, foi feita dentro do recipiente de plástico com um termômetro químico no LABOCIEN do UniCEUB. A figura 18 ilustra o procedimento.

Figura 18 - Medição da temperatura



3.5.2. Medição de pH

O potencial hidrogênico (pH) representa a concentração de íons de hidrogênio (H⁺) presentes na água expressando basicamente a intensidade da sua acidez (quando pH < 7), neutralidade (pH = 7) ou alcalinidade (pH > 7). A medição do PH varia de 0 a 14.

A portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde limita o valor do pH da água, para que ele se encontre na faixa de 6,0 a 9,5, no sistema de distribuição de água potável

Não influenciando na saúde pública, apenas quando seus valores são muito baixos ou altos podendo causar irritação na pele e olhos. O pH baixo pode gerar incrustações da tubulação e quando alto corrosão (VON SPERLING, 2014). Ele foi medido no laboratório LABOCIEN do UniCEUB, com a utilização de um pHmetro, da Digimed específico para laboratório, calibrados em tampões de pH 7 e 4. A figura 19 mostra equipamento utilizado.

Figura 19 - Medição de pH em laboratório



3.5.3. Sólidos Dissolvidos e Sólidos Dissolvidos Totais.

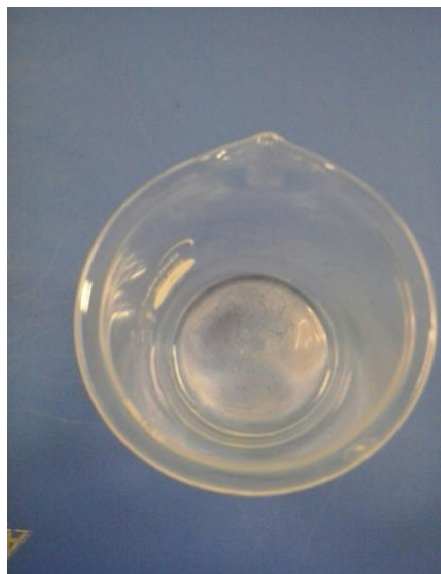
A determinação dos sólidos totais e dissolvidos, das mantas mantidas submersas na água por cinco dias, ocorreu em oito bequeres com 100 ml de amostra cada, mantidos na estufa em 110 °C até a evaporação total do líquido. Enquanto que as amostras do reservatório foram colocadas em seis bequeres e mantidas igualmente na estufa.

Os sólidos totais e dissolvidos são compostos por toda a matéria que permanece como resíduo após a evaporação da água presentes no bequeres, o sólidos totais representam a água no estado natural, enquanto que os dissolvidos a água tem que ser previamente filtrada. Esse material em grande quantidade pode causar sabores na água e corrosão na tubulação. A figura 20, mostra a amostra na estufa e a figura 21 os resultados obtidos após a evaporação da água.

Figura 20 - Amostras colocadas dentro da estufa



Figura 21 - Amostras após sua retirada da estufa

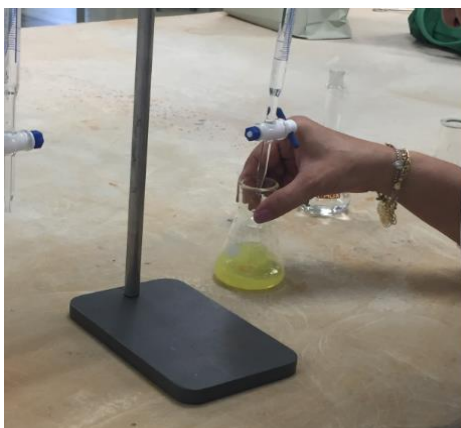


3.5.4. Cloreto.

Os cloretos estão presentes em água bruta e tratada em diferentes concentrações, podendo estar na forma de sódio, cálcio e magnésio, a portaria 2914/2011 - MS, limita o teor de cloreto para 250 mg/l, valor máximo permitido para ao consumo em água potável. Em alta concentração ele pode causar problemas como sabor salgado, efeitos laxativos, além de poder interferir no processo de coagulação da água durante seu tratamento e prejudicar pessoas com problemas cardíacos e renais. (HELLER, 2010).

A determinação dos íons de cloreto (Cl^{1-}) presentes na água ocorreu utilizando o método da titulação com nitrato de prata (AgNO_3). Foram utilizadas amostras das mantas submersas em água da torneira por 5 dias e dos reservatórios revestidos com manta, tudo mantido em geladeira em temperatura menor que 6°C . A figura 22 abaixo mostra o momento da realização da titulação.

Figura 22 - Titulação com nitrato de prata



3.6. Laboratório Tommasi Analítica.

Devido a estrutura do laboratório LABOCIEN do UniCEUB e prazo para conclusão da pesquisa, não foi possível analisar os demais parâmetros para nenhuma das amostras. Assim, para o término das análises e conclusão da pesquisa foi necessário à contratação de serviços de um laboratório particular, o Tommasi Analítica, os ensaio de determinação do sulfato, sulfeto de hidrogênio, surfactantes (como LAS), coliforme totais e gosto e odor foram retirados, por não serem compostos que a manta asfáltica possa alterar.

Os demais ensaios foram realizados apenas para os reservatórios do edifício 1 e do edifício 2, para efeito de comparação e por se tratarem dos edifícios mais antigos, potencialmente mais problemáticos. Logo fez-se necessário fazer uma nova coleta da água dos reservatórios 1 e 2, sendo o material coletor e a ficha de coleta fornecidos pelo laboratório. A figura 23 mostra as amostras após coleta no edifício 1.

Os ensaios realizados são listados abaixo conforme a tabela 9, assim como suas informações sobre preservação, prazo, frascos e métodos utilizados para as análises. Sendo suas principais metodologias descritas pela ABNT e pelo Standard Methods for Water and Wastewater.

Figura 23 - Coleta das amostras no edifício 1



Tabela 9 - Ensaios para amostras líquidas

Ensaios	Frasco	Volume Coletado	Preservante	Prazo	Método
Amônia/Nitrogênio Amoniacal	Polietileno/Vidro	30 mL	Adicionar 2,5 mL/L amostra de H ₂ SO ₄ 1:1 (pH < 2) e refrigeração	28 dias	CLIN.CHIM.ACTA 14:403 1966, SALICILATE
Cloro Total e Residual	Polietileno/Vidro	100 mL	Analisar imediatamente	0,25 Horas	POP- ANL - 009 Rev 10
Cor Aparente	Polietileno/Vidro	100 mL	Refrigeração	48 Horas	SMEWW 22° ED. 2012, 2340 C
Dureza	Polietileno/Vidro	100 mL	Adicionar 2,5 mL/L amostra de H ₂ SO ₄ 1:1 (pH < 2) e refrigeração	6 meses	SMEWW 22° ED. 2012, 2340 C
Fluoreto Total	Polietileno	100 mL	Não necessário	28 Dias	POP - FQ - 052 ANEXO XVI, REV 14
Turbidez	Polietileno/Vidro	100 mL	Analisar no mesmo dia; estocar em lugar escuro refrigerado	48 Horas	SMEWW 22° ED. 2012, 2130 B
Alumínio	Polietileno/Vidro (lavado com HNO ₃ 1:1)	300 mL	Adicionar 2,5 mL/L de HNO ₃ conc.(pH < 2), refrigerar	6 Meses	USEPA 3015A, SMEWW 3120B
Ferro	Polietileno/Vidro (lavado com HNO ₃ 1:1)	300 mL	Adicionar 2,5 mL/L de HNO ₃ conc.(pH < 2), refrigerar	6 Meses	USEPA 3015A, SMEWW 3120B
Manganês	Polietileno/Vidro (lavado com HNO ₃ 1:1)	300 mL	Adicionar 2,5 mL/L de HNO ₃ conc.(pH < 2), refrigerar	6 Meses	USEPA 3015A, SMEWW 3120B
Sódio	Polietileno/Vidro (lavado com HNO ₃ 1:1)	300 mL	Adicionar 2,5 mL/L de HNO ₃ conc.(pH < 2), refrigerar	6 Meses	USEPA 3015A, SMEWW 3120B
Zinco	Polietileno/Vidro (lavado com HNO ₃ 1:1)	300 mL	Adicionar 2,5 mL/L de HNO ₃ conc.(pH < 2), refrigerar	6 Meses	POP - FQ- 081 Rev 06
1,2-Diclorobenzeno	Vial	2 Vials de 40 mL	Adicionar tiosulfato de sódio 10% se a amostra apresentar cloro residual,(4 gotas – vial) e (3 mL – frasco 1L)	7 Dias até a extração e 40 dias após a extração	EPA 8260 B (Modificado)
1,4-Diclorobenzeno	Vial	2 Vials de 40 mL	=	=	EPA 8260 B (Modificado)
Clorobenzeno	Vial	2 Vials de 40 mL	=	=	POP - CR - 002 Rev 09
Etilbenzeno	Vial	2 Vials de 40 mL	=	=	POP - CR - 002 Rev 09
Xileno	Vial	2 Vials de 40 mL	=	=	POP - CR - 002 Rev 09
Tolueno	Vial	2 Vials de 40 mL	=	=	POP - CR - 002 Rev 09

Fonte: Laboratório de análise Tommasi Analítica.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISES DOS RESULTADOS

4.1. Resultados para análises do laboratório LABOCIEN - UniCEUB.

Os resultados obtidos pelos respectivos ensaios de medição de temperatura, pH, teor de cloreto, sólidos totais e dissolvidos, para cada uma das sete amostras, são listados abaixo nas tabelas 10 e 11.

Tabela 10 - Resultados das amostras para temperatura, pH e cloreto

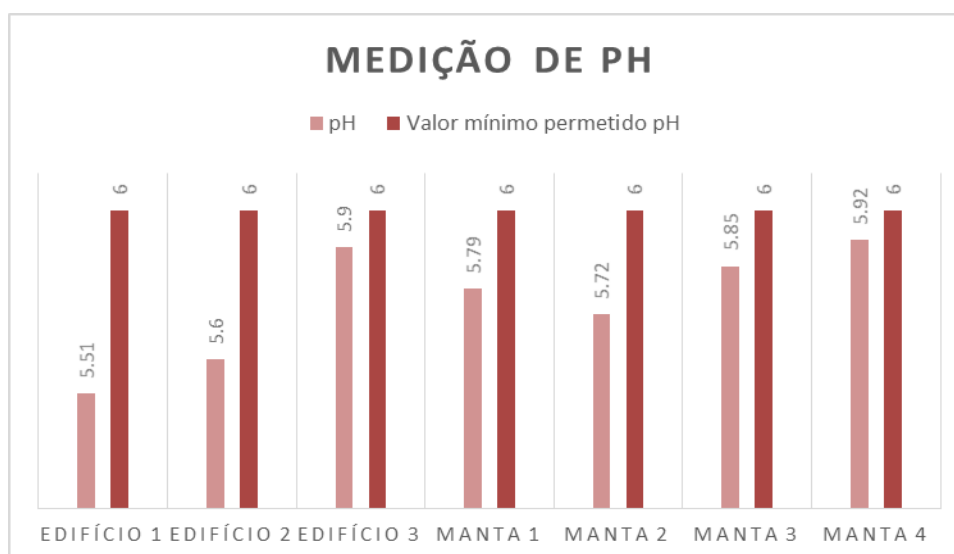
Resultados				
Data	Amostra	Temperatura	pH	Teor de Cl ¹⁻ (mg/L)
31/05	Edifício 1	26 °C	5,51	10,5
31/05	Edifício 2	25,2 °C	5,60	9,5
27/05	Edifício 3	25,6 °C	5,90	9,5
17/05	Manta 1	21 °C	5,79	9,5
17/05	Manta 2	21 °C	5,72	9,0
17/05	Manta 3	20,8 °C	5,85	9,5
17/05	Manta 4	21 °C	5,92	9,5

Tabela 11 - Resultados para Sólidos Totais e Dissolvidos

Resultados						
Sólidos Totais				Sólidos Dissolvidos		
Amostras	Massa Inicial (g)	Massa após evaporação (g)	Total (mg/L)	Massa Inicial (g)	Massa após evaporação (g)	Total (mg/L)
Edifício 1	97,261	97,285	240	102,128	102,151	230
Edifício 2	111,178	111,198	220	102,950	102,970	220
Edifício 3	103,852	103,876	240	97,835	97,856	210
Manta 1	97,227	97,259	320	96,703	96,720	170
Manta 2	97,140	97,172	320	102,923	102,942	190
Manta 3	103,820	103,843	230	106,178	106,191	130
Manta 4	126,473	126,489	160	97,008	97,026	180

A portaria nº 2914/ 2011 do Ministério da Saúde recomenda que o pH da água se encontre na faixa de 6,0 a 9,5, no sistema de distribuição de água potável, a figura 24 abaixo, ilustra um gráfico comparativo do valor do pH, obtido através da tabela 10, entre as amostras.

Figura 24 - Gráfico comparativo das medições de pH



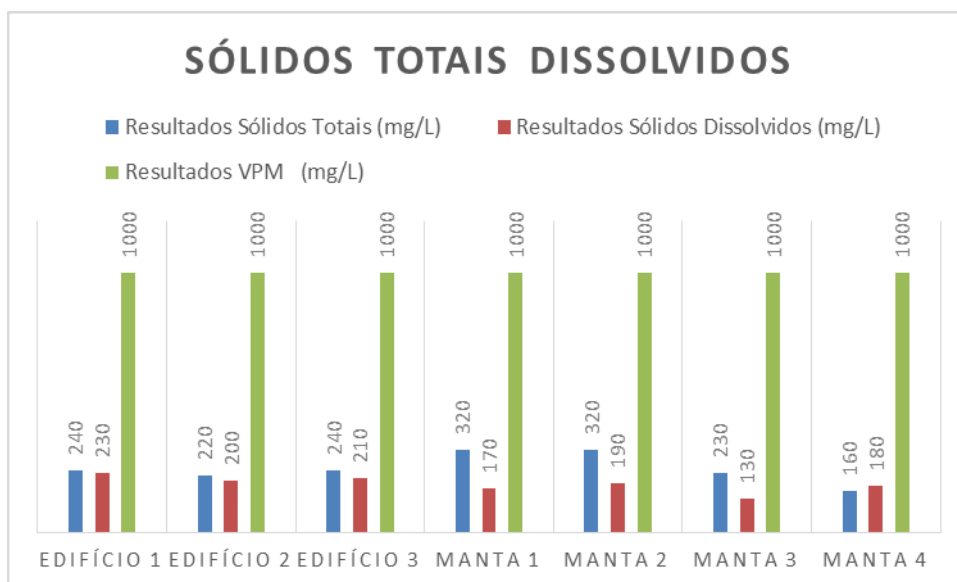
Fonte: Elaboração própria.

Logo, foi possível observar que nenhuma das sete amostras encontraram-se em conformidade com o valor mínimo permitido pela portaria, pois todas estão com o $\text{pH} < 6,0$, menor que o mínimo valor permitido. Sendo que os reservatórios dos edifícios 1 e 2 foram os menores valores de pH encontrados.

Apesar dos resultados ficarem próximos dos limites mínimos, e a alteração ter ocorrido em todas as amostras, existe a possibilidade da água da rede apresentar um pH um pouco abaixo do limite para as amostras provenientes dos reservatórios ou pela falta de manutenção do mesmo. Eles podem acumular impurezas trazidas pela própria rede de distribuição de água, essa matéria orgânica presente no fundo dos reservatórios pode causar alterações do pH (MUNIZ, 2013). Enquanto que para as amostras que ficaram submersas em água da rede do LABOCIEN, a alteração do pH, já veio da própria rede de distribuição utilizada no laboratório.

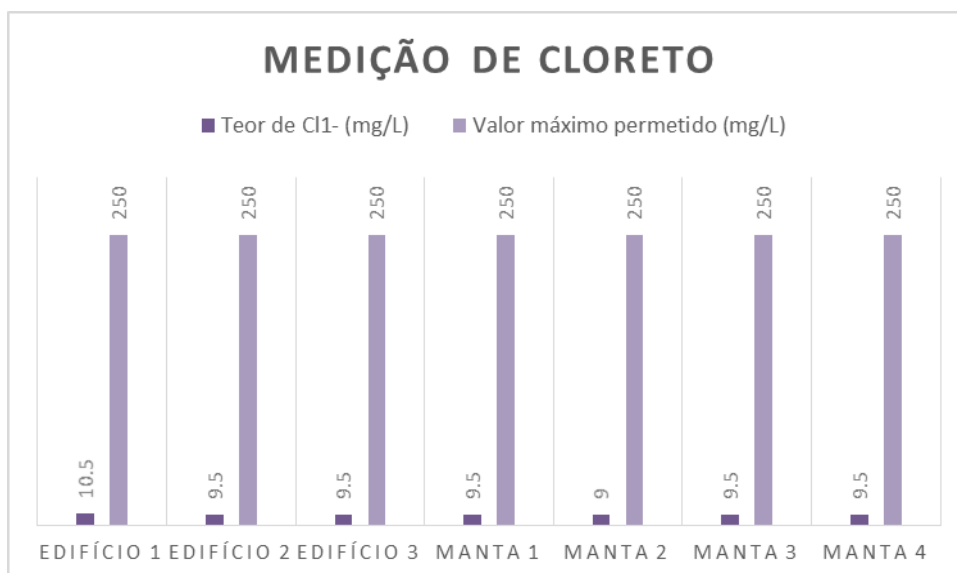
As figuras 25 e 26, apresentam os gráficos dos resultados obtidos pela medição dos sólidos totais dissolvidos, referente a tabela 11 e a medição do teor de cloreto, com resultados apresentados a partir da tabela 10 respectivamente.

Figura 25 - Gráfico comparativo da medição dos sólidos totais e dissolvidos



Fonte: Elaboração própria.

Figura 26 - Gráfico comparativo do teor de cloreto



Foi possível observar que os valores de cloreto e sólidos totais dissolvidos, encontram-se em conformidade com a portaria 2914/2011, tendo em vista que, o valor máximo permitido para presença de cloreto é de 250 mg/L e para sólidos totais dissolvidos é de 1000 mg/L, e as sete amostras de água encontram-se bem abaixo de ambos valores estabelecidos.

4.2. Resultados para análises do laboratório Tommasi Analítica.

Os resultados obtidos das demais análises da água pelo laboratório Tommasi Analítica, apenas para as amostras coletadas dos edifícios 1 e 2, estão listados na tabela 12 abaixo.

Tabela 12 - Resultados dos ensaios no Tommasi Analítica

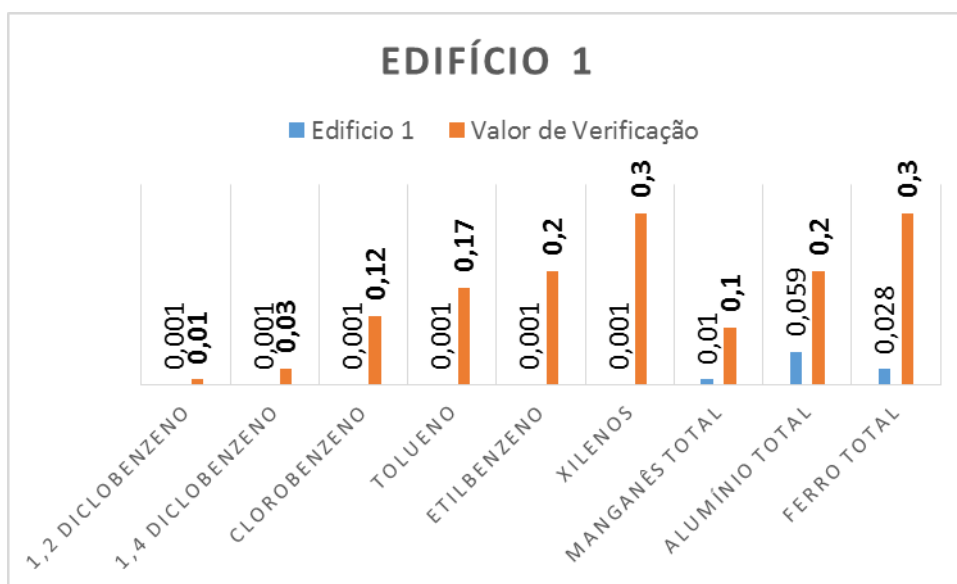
Físico - Químico					
Ensaio	Incertezas	Edifício 1	Edifício 2	LQ	VR
Fluoreto Total	12%	0,75 mg/l	0,62 mg/l	0,02 mg/l	1,5 mg/l
Dureza Total	8%	0,07 mg/l	0,07 mg/l	0,07 mg/l	500 mg/l
Turbidez	10,56%	1,55 UNT	1,22 UNT	0,34 UNT	5 UNT
Cloro Residual Livre	4,65%	0,95 mg/l	0,02 mg/l	0,02 mg/l	0,2 a 5,0 mg/l
Amônia	15%	0,04 mg/l	0,02 mg/l	0,01 mg/l	1,5 mg/l
Cor Aparente	10,24%	1,0 UH	1,0 UH	1,0 uH	15 UH
Metais					
Ensaio	Incertezas	Edifício 1	Edifício 2	LQ	VR
Zinco Total	5%	0,03 mg/l	0,03 mg/l	0,01 mg/l	5 mg/l
Alumínio Total	9%	0,059 mg/l	0,041 mg/l	0,01 mg/l	0,2 mg/l
Ferro Total	5,10%	0,028 mg/l	<0,010 mg/l	0,01 mg/l	0,3 mg/l
Manganês Total	4,94%	< 0,01 mg/l	<0,010 mg/l	0,01 mg/l	0,1 mg/l
Sódio Total	16%	1,75 mg/l	2,01 mg/l	0,01 mg/l	200 mg/l
Compostos Orgânicos					
Ensaio	Incertezas	Edifício 1	Edifício 2	LQ	VR
Etilbenzeno	19,94%	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,2 mg/l
Tolueno	19,3%	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,17 mg/l
Xilenos	18,82%	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,3 mg/l
Clorobenzeno	20,03%	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,12 mg/l
1,2 Diclobenzeno	19,27%	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,01 mg/l
1,2 Diclobenzeno	19,77%	<0,001 mg/l	<0,001 mg/l	0,001 mg/l	0,03 mg/l
VR: Valor de Referência					
LQ: Limite de Quantificação					

Fonte: Tommasi Analítica.

Sendo que da tabela 12, as incertezas significam as porcentagem de incertezas da medição feita pelo próprio método utilizado para análise de cada amostra no laboratório. O limite de quantificação (LR), é o limite mínimo que o método detecta de cada substância para cada um dos ensaios e o valor de referência (VR), é valor máximo permitido apresentado pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, para que os valores estejam em conformidade com a legislação vigente.

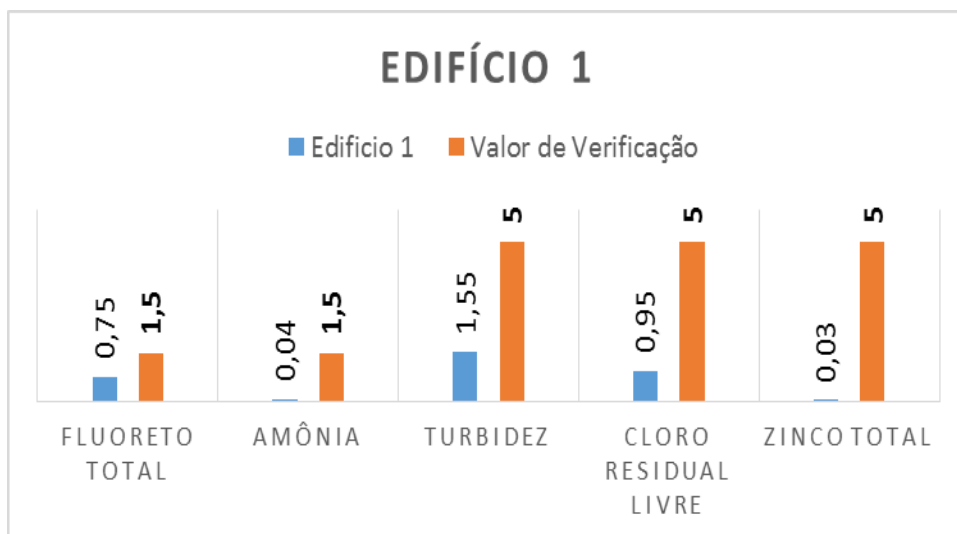
As figuras 27 a 32 mostram os gráficos comparativos dos valores obtidos pelos ensaios em laboratório, com os valores máximos permitidos determinados pela portaria, referente aos dados fornecidos pela tabela 12.

Figura 27 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 1



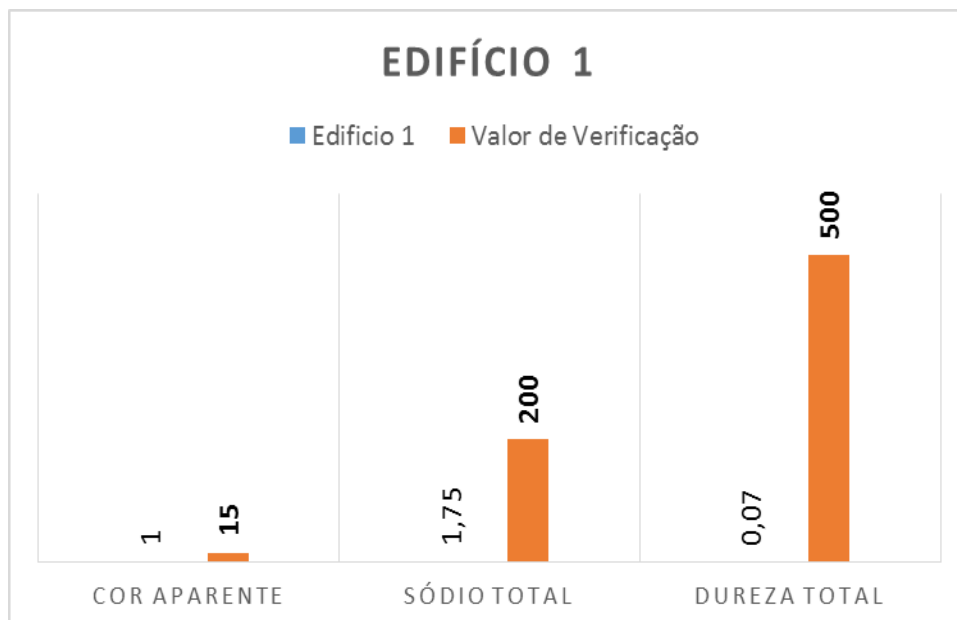
Fonte: Tabela 12.

Figura 28 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 1



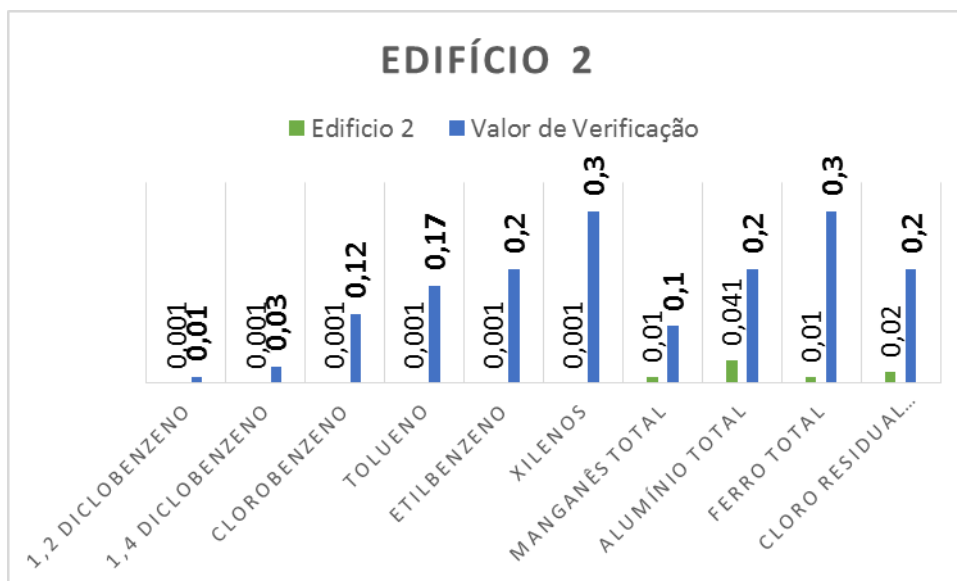
Fonte: Tabela 12.

Figura 29 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 1



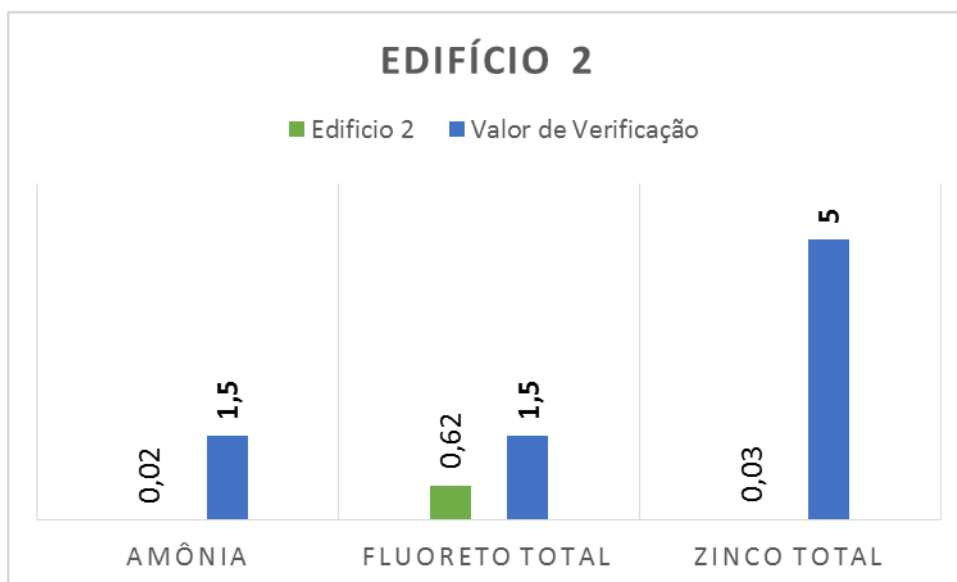
Fonte: Tabela 12.

Figura 30 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 2



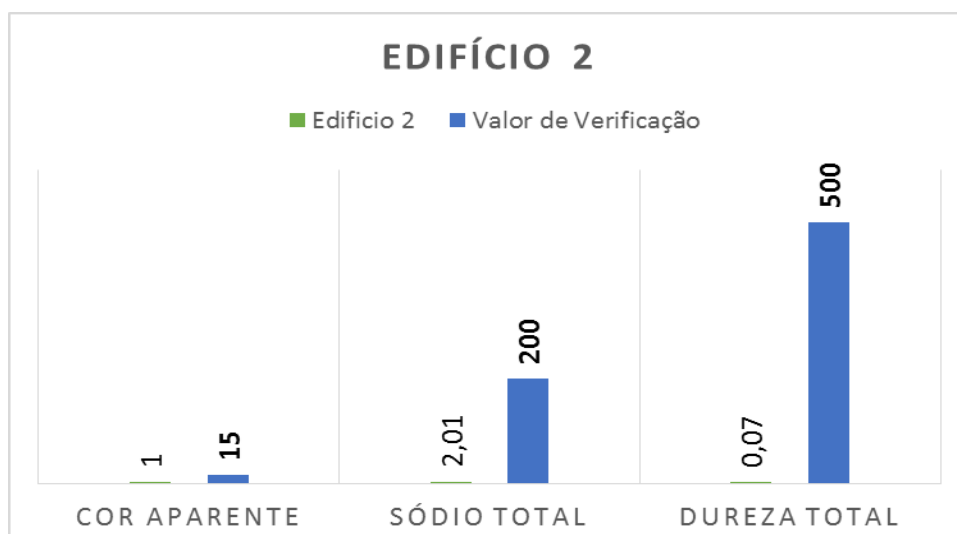
Fonte: Tabela 12.

Figura 31 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 2



Fonte: Tabela 12.

Figura 32 - Comparativos dos ensaios realizados para o edifício 2



Fonte: Tabela 12.

Logo foi possível observar pelas figuras 27 a 32 apresentadas, e pela tabela 12, que os resultados de todas as amostras encontraram-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela portaria 2.914/2011 (Ministério da Saúde), pois todos os resultados deram bem abaixo do valor máximo permitido. Exceto pelo parâmetro analítico cloro residual livre presente na análise do edifício 2, pois seu resultado se encontra bem abaixo dos mínimos valores estabelecidos (0,2 a 5 mg/L), estando assim em desacordo quando comparado com a portaria, pois seu resultado foi de 0,02 mg/L.

Porém, como não foi feita a análise do parâmetro representado pelos coliformes totais e em seguida o cálculo do IQA, não é possível afirmar que o baixo teor de cloro comprometa a potabilidade da água.

O cloro é um agente bactericida adicionado durante o tratamento da água, com o objetivo de eliminar bactérias e outros microrganismos patogênicos que podem estar presentes na água e, sua presença assegura a qualidade bacteriológica da água (SCURACCHIO, 2010). Pode estar alterado devido à falta de manutenção e limpeza do reservatório do edifício 2.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de analisar a potabilidade da água em contato com a manta asfáltica, material utilizado como impermeabilizante de reservatórios que realizam o abastecimento nas edificações. Com o intuito de obedecer aos padrões fornecidos pela portaria 2.914/2011, Ministério da Saúde, “toda a água destinada ao consumo humano deve obedecer os padrões de potabilidade e está sujeita à vigilância da qualidade da água”.

A partir das análises de sete amostras de água, sendo três provenientes de reservatórios e quatro em contato com mantas asfálticas descritas pela NBR 12170/2009, e aos diversos obstáculos encontrados durante a realização da pesquisa completa, foi possível concluir, que para as análises realizadas, não foi constatado nenhum indício de contaminação de água devido a utilização do como material impermeabilizante.

Apesar de, ao longo do trabalho terem sido encontrados dois parâmetros que não estavam em conformidade com os padrões de potabilidade descritos na portaria 2.914/2011, do Ministério da Saúde, sendo eles o cloro residual livre para a amostra coletada no edifício 2 e o pH, para todas as sete amostras, os mesmos não se tratam de parâmetros que sofreram alteração pela utilização de manta asfáltica.

O cloro residual livre é uma substância adicionada à água, durante seu tratamento para obter melhor qualidade da mesma, enquanto que o pH está relacionado com intensidade da acidez presente na água, não relacionados necessariamente pela utilização da manta.

Nesse contexto, uma possível justificativa para essas alterações pode estar relacionada, pela falta de atenção, cuidados e manutenção com os reservatórios de abastecimento, pois eles podem acumular impurezas trazidas pela própria rede de distribuição de água, como por exemplo, matéria orgânica presentes no fundo. Ou ainda alterações na própria água de abastecimento.

Logo enfatiza-se a importância de se realizar a limpeza e desinfecção rotineira a cada seis meses, e sempre que houver suspeita de contaminação da água tanto por substâncias químicas quanto por animais que podem se abrigar em seu interior, como roedores e baratas.

Além de eventuais problemas oferecidos pela tubulação seja a que abastece os reservatórios, ou pela água fornecida na rede de distribuição utilizada para preparação das amostras em contato com manta asfáltica fornecida pelos fabricantes (NBR 12170/2009), gerados pela falta de reparos e troca das tubulações de abastecimento, podendo estar antigas, danificadas e corroídas.

6. SUGESTÃO PARA PESQUISAS FUTURAS

- Verificar a potabilidade da água dos reservatórios em contato com outros sistemas de impermeabilizações.
- Verificar se existe algum problema com a rede que distribui a água para os reservatórios.
- Fazer todas as análises físicas químicas descritas anteriormente com a água colhida direito da torneira de consumo dos usuários das edificações.
- Analisar edifícios que possuam laudos de potabilidade da água e fazer um levantamento de campo através deles.

7. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574: Execução de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 9575: Impermeabilização – Seleção e Projeto**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR 9898: Preservação e técnicas de amostragem de efluente líquidos e corpos receptores**. Rio de Janeiro, 1987.

_____. **NBR 9952: Manta asfáltica para impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 12170: Potabilidade da água aplicável em sistema de impermeabilização**. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE IMPERMEABILIZAÇÃO. **Manual de Segurança Em Serviços de Impermeabilização na Construção Civil**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em <<http://aei.org.br/wp-content/uploads/2014/09/Manual-13102011V1.pdf>>. Acesso em: 20 de abr. 2016. 20:30.

BAUER, Falcão. **Materiais de construção: novos materiais para construção civil**. 5. ed. São Paulo: LTC. 2002.

CASA D'AGUA. **Manta Asfáltica Vedacit Poliéster**. Disponível em <<http://www.casadagua.com/fabricantes/manta-asfaltica-vedacit-poliester/>>. Acesso em: 21 de abri. 2016. 10:00.

COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Relatório da Qualidade de Água Distribuída pela CAESB**. Brasília, 2016. Disponível em <https://www.caesb.df.gov.br/images/arquivos_pdf/Tabloide_Relatorio_Qualidadedega_gua_2015.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2016. 10:20.

DENVER IMPERMEABILIZANTE. **Produtos - Impermeabilização**. Disponível em <<http://www.denverimper.com.br/produtos/index/Produtos%20asf%C3%A1lticos>>. Acesso em: 12 de mai. 2016. 10:45.

EDUCAÇÃO PROFISSIONAL SENAI. **Manual de segurança em serviços de impermeabilização na construção civil**. Rio de Janeiro, 2012. Acesso em: 23 de jun. 2016. 15:00.

FAZ FACIL. **Como Impermeabilizar Caixa d' Água.** Disponível em <<http://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/impermeabilizar-caixa-agua/2/>>. Acesso em: 21 de abri. 2016. 11:00.

GRANATO, J. E. **Tipos e Sistemas de Impermeabilização.** São Paulo: Notas de aula 2013.

HELLER, Léo. **Abastecimento de agua para consumo humano.** 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

HELLER, Léo. **Abastecimento de agua para consumo humano.** 2. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

IMPERMEABILIZAÇÃO IHIPER. **Manta Asfáltica.** Disponível em <<http://www.ihiper.com.br/nossos-produtos/mantas-asfaltica>>. Acesso em: 12 de mai. 2016. 11:00.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA – MPSC. **Manual técnico para coleta de amostras de água.** Coleção Suporte Técnico-Jurídico, Florianópolis, 2009. Acesso em: 23 de abr. 2016. 11:00.

PREFER. **Impermeabilizantes.** Disponível em: <<http://www.brasprefer.com.br/categoria-produto/impermeabilizantes/>>. Acesso em: 12 de mai. 2016. 11:30.

PORTARIA N.º 2914. **Potabilidade da Água para Consumo Humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 12 de dezembro de 2011.

PORTAL DA QUALIDADE DAS ÁGUAS. **Indicadores de Qualidade.** Disponível em <<http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 22 abr. 2016. 9:00.

PORTAL DA SAUDE. **SISAGUA.** Disponível em <<http://portalsaude.saude.gov.br/index.php/o-ministerio/principal/leia-mais-o-ministerio/771-secretaria-svs/vigilancia-de-a-a-z/vigilancia-da-qualidade-da-agua-vigiagua/11-vigilancia-da-qualidade-da-agua-vigiagua/12560-sisagua>>. Acesso em: 18 de mar. 2016. 19:00.

TECHNE. **Proteção Uniforme**. São Paulo, 2011. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/168/artigo285858-1.aspx>>. Acesso em: 25 mar. 2016. 19:30.

VEDACIT IMPERMEABILIZANTE. **Manual Técnico Impermeabilização de Estruturas**. Disponível em <<http://www.vedacit.com.br/uploads/biblioteca/manual-tecnico-impermeabilizacao-de-estruturas-7.pdf>>. Acesso em: 21 abr. 2016. 18:00.

VIAPOL EUCLID GROUP. **Impermeabilizantes – Manta**. Disponível em <<http://www.viapol.com.br/profissional/impermeabilizantes/mantas/>>. Acesso em: 12 de mai. 2016. 10:51.

VIGILANCIA SANITARIA. **VIGIAGUA**. Florianópolis. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.sc.gov.br/index.php/saude-ambiental/vigiagua>>. Acesso em: 01 de abril. 2016. 18:30.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

ANEXO I

Reservatório 1

RESULTADOS ANALÍTICOS

FÍSICO-QUÍMICO

FLUORETO TOTAL			0,75 mg/L	VR: <= 1,5 mg/L
L.Q.: 0,02 mg/L	Incerteza: 12 %		Método: POP-FQ-052 ANEXO XVII, REV 14	
DUREZA TOTAL			< 0,07 mg/L	VR: <= 500 mg/L
L.Q.: 0,07 mg/L	Incerteza: 8 %		Método: SMEWW 22° ED. 2012, 2340 C	
TURBIDEZ			1,55 UNT	VR: <= 5 uT
L.Q.: 0,34 UNT	Incerteza: 10,56 %		Método: SMEWW 22° ED. 2012, 2130 B	
CLORO RESIDUAL LIVRE			0,95 mg/L	VR: 0,2 a 5,0 mg/L
L.Q.: 0,02 mg/L	Incerteza: 4,65 %		Método: POP-ANL-009 Rev 10	
COR APARENTE			1,0 uH	VR: <= 15 uH
L.Q.: 1,0 uH	Incerteza: 10,24 %		Método: SMEWW 22° ED. 2012, 2110, 2120 D	
AMÔNIA (como NH₃)			0,04 mg/L (como NH₃)	VR: <= 1,5 mg/L (como NH ₃)
L.Q.: 0,010 mg/L (como NH ₃)	Incerteza: 15 %		Método: CLIN. CHIM. ACTA 14:403 1966, SALICILATO (ADAPTADO)	

METAIS

ZINCO TOTAL			0,030 mg/L	VR: <= 5 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 4,99 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
ALUMÍNIO TOTAL			0,059 mg/L	VR: <= 0,2 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 8,94 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
FERRO TOTAL			0,028 mg/L	VR: <= 0,3 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 5,1 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
MANGANÊS TOTAL			< 0,010 mg/L	VR: <= 0,1 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 4,94 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
SÓDIO TOTAL			1,75 mg/L	VR: <= 200 mg/L
L.Q.: 0,10 mg/L	Incerteza: 16,21 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	

COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOCs)

ETILBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,2 mg/L
L.Q.: 0,001 mg/L	Incerteza: 19,94 %		Método: POP-CR-002 Rev 09	
TOLUENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,17 mg/L
L.Q.: 0,001 mg/L	Incerteza: 19,30 %		Método: POP-CR-002 Rev 09	
XILENOS			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,3 mg/L
L.Q.: 0,001 mg/L	Incerteza: 18,82 %		Método: POP-CR-002 Rev 09	

CLOROBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,12 mg/L
L.Q.:	0,001 mg/L	Incerteza: 20,03 %	Método: POP-CR-002 Rev 09	
1,2-DICLOROBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,01 mg/L
L.Q.:	0,001 mg/L	Incerteza: 19,27 %	Método: EPA 8260 B (MODIFICADO)	
1,4-DICLOROBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,03 mg/L
L.Q.:	0,001 mg/L	Incerteza: 19,77 %	Método: EPA 8260 B (MODIFICADO)	

CONCLUSÃO

O(s) resultado(s) do(s) ensaio(s) constante(s) na Portaria 2.914/2011, (Ministério da Saúde), 12 de Dezembro de 2011, encontra(m)-se em conformidade quando comparado a esta.

ANEXO II

Edifício 2

RESULTADOS ANALÍTICOS

FÍSICO-QUÍMICO

FLUORETO TOTAL			0,62 mg/L	VR: <= 1,5 mg/L
L.Q.: 0,02 mg/L	Incerteza: 12 %		Método: POP-FQ-052 ANEXO XVII, REV 14	
DUREZA TOTAL			< 0,07 mg/L	VR: <= 500 mg/L
L.Q.: 0,07 mg/L	Incerteza: 8 %		Método: SMEWW 22° ED. 2012, 2340 C	
TURBIDEZ			1,22 UNT	VR: <= 5 uT
L.Q.: 0,34 UNT	Incerteza: 10,56 %		Método: SMEWW 22° ED. 2012, 2130 B	
CLORO RESIDUAL LIVRE			0,02 mg/L	VR: 0,2 a 5,0 mg/L
L.Q.: 0,02 mg/L	Incerteza: 4,65 %		Método: POP-ANL-009 Rev 10	
COR APARENTE			1,0 uH	VR: <= 15 uH
L.Q.: 1,0 uH	Incerteza: 10,24 %		Método: SMEWW 22° ED. 2012, 2110, 2120 D	
AMÔNIA (como NH₃)			0,02 mg/L (como NH₃)	VR: <= 1,5 mg/L (como NH ₃)
L.Q.: 0,010 mg/L (como NH ₃)	Incerteza: 15 %		Método: CLIN. CHIM. ACTA 14:403 1966, SALICILATO (ADAPTADO)	

METAIS

ZINCO TOTAL			0,030 mg/L	VR: <= 5 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 4,99 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
ALUMÍNIO TOTAL			0,041 mg/L	VR: <= 0,2 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 8,94 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
FERRO TOTAL			< 0,010 mg/L	VR: <= 0,3 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 5,1 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
MANGANÊS TOTAL			< 0,010 mg/L	VR: <= 0,1 mg/L
L.Q.: 0,010 mg/L	Incerteza: 4,94 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	
SÓDIO TOTAL			2,01 mg/L	VR: <= 200 mg/L
L.Q.: 0,10 mg/L	Incerteza: 16,21 %		Método: POP-FQ-081 Rev 06	

COMPOSTOS ORGÂNICOS VOLÁTEIS (VOCs)

ETILBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,2 mg/L
L.Q.: 0,001 mg/L	Incerteza: 19,94 %		Método: POP-CR-002 Rev 09	
TOLUENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,17 mg/L
L.Q.: 0,001 mg/L	Incerteza: 19,30 %		Método: POP-CR-002 Rev 09	
XILENOS			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,3 mg/L
L.Q.: 0,001 mg/L	Incerteza: 18,82 %		Método: POP-CR-002 Rev 09	

CLOROBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,12 mg/L
L.Q.:	0,001 mg/L	Incerteza: 20,03 %	Método: POP-CR-002 Rev 09	
1,2-DICLOROBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,01 mg/L
L.Q.:	0,001 mg/L	Incerteza: 19,27 %	Método: EPA 8260 B (MODIFICADO)	
1,4-DICLOROBENZENO			< 0,001 mg/L	VR: <= 0,03 mg/L
L.Q.:	0,001 mg/L	Incerteza: 19,77 %	Método: EPA 8260 B (MODIFICADO)	

CONCLUSÃO

O(s) parâmetro(s) analítico(s), Cloro residual livre, encontra(m)-se em desacordo quando comparado(s) com o(s) valor(es) estabelecido(s) pela Portaria 2.914/2011, (Ministério da Saúde), 12 de Dezembro de 2011.